

Aus dem Institut für Anästhesiologie
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Beeinflussung der Drucke und der Motilität des Intestinaltraktes durch Plexus-Solaris Blockade beim Hund

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Bernd Joachim Gönnermann
aus Kassel

Mainz 1974

Aus dem Institut für Anästhesiologie
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Beeinflussung der Drucke und der Motilität des Intestinaltraktes durch Plexus-Solaris Blockade beim Hund

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Bernd Joachim Gonnermann
aus Kassel

Mainz 1974

Fachbereichsdekan: Professor Dr. R. WOLF

Referent: Professor Dr. H. U.
GERBERSHAGEN

Korreferent: Professor Dr. R. FREY



A.	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	3-6
B.	VORBEMERKUNGEN	
I.	Funktionelle Struktur und Bewegungsmechanik des	7-14
	1. Magens	
	2. Dünndarms	
	3. Kolons.	
II.	Sympathische und parasympathische Innervierung der einzelnen Darmabschnitte	15-18
III.	Anatomie des Plexus-Solaris und graphische Darstellung.	18a
C.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	
I.	Material und Methode	19-23a
	1. Versuchsanordnung	
	2. Versuchsdurchführung	
	a) Intraluminale Druck- und Motilitätsmessung im	
	aa) Magen	
	ab) Dünndarm	
	ac) Kolon.	
	b) Die Plexus-Solaris Blockade	
II.	Ergebnisse	23b-29
	Die Motorik des Magens, Dünndarms und Kolons.	

SEITE

D.	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	30-39
E.	ZUSAMMENFASSUNG	40-41
F.	KRITIK DER METHODE	42-43
G.	LITERATURÜBERSICHT	44-75
H.	ANHANG: Statische und dynamische Druck- verhältnisse im Magen, Dünndarm und Kolon.	76-84

A. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Bedeutung einer Plexus-Solaris Blockade nimmt in der Schmerzbekämpfung einen bedeutenden Rang ein, jedoch sind bis heute noch keine ausreichenden Untersuchungen über intraluminale Druck- und Motilitätsänderungen nach postganglionären Blockaden gemacht worden.

Am Anfang unseres Jahrhunderts schon wurden die ersten Untersuchungen mit prä- und postganglionären symp. Blockaden bekannt. Besonders Kappis (1918, 1920), Finsterer (1913, 1924, 1930) und Braun beschäftigten sich mit der Splanchnicus-Anästhesie, wobei hier primär die Methodik der Anästhesierung das grösste Problem schien. Kappis leitete 1914 die Anästhesie der Nervi splanchnici ein, und 1923 zeigte Læwen, dass die sensorischen Fasern des Intestinaltraktes zu den Nervi splanchnici gehen und beschrieb auch den Ort, wo diese Fasern in das Rückenmark münden. Von Gaza stellte 1924 ähnliche Versuche an. 1925 zeigte Mandl mit paravertebralen Blockaden, dass sensorische Fasern vom Herzen zum Rückenmark über die oberen 5 oder 6 Rami thoracici verlaufen. Bedeutende Untersuchungen über die sympathische Innervierung und Schmerzbeeinflussung wurden von Swetlow, Leriche (1927) und Mixter und White durchgeführt. White (1930) war einer der ersten, der die Blockade der sympathischen Fasern als eine Methode der Diagnose, des präoperativen Tests und der Therapie ansah. Es folgten ihm Woodbridge, Morten und Scott, De Takats, Flothow, Leriche und Fontaine 1943, Ruth, Leriche 1940, Outland und Hanlon, Rovenstine und Wertheim.

Ausgiebige Untersuchungen über die Sympathektomie als Heilmittel bei Hypertension machten Danielopolu, Allen und Adson 1938, Leriche 1937, Crile 1939, Bordley und Smithwick. Scott und Morton zeigten bei ihren Untersuchungen über das Megacolon, dass die Motorik des Kolons sofort nach Spinalanästhesie anwuchs.

Aber auch wegen der relativ hohen Mortalität bei Operationen wurde der Leitungsanästhesie grosse Aufmerksamkeit geschenkt, jedoch mehrere Jahrzehnte später mit dem Fortschritt auf den Gebieten der Pharmakologie und Narkosetechnik wurde das Indikationsgebiet wieder eingeschränkt.

Gerade für Patienten mit inoperablen Tumoren des Magens, des Pankreas, der Leber, der Gallenblase, der Milz, des Dünndarms, der Nebennieren, der Niere und des Colon ascendens und transversum kann die Plexus-Solaris Blockade eine grosse Erleichterung bedeuten. Aus diesem Grunde wurde die Blockade des Plexus celiacus schon seit 1919 als Schmerztherapie durchgeführt. (Bonica, de Sousa Pereira, Mandl (1947), Warren, Ochsner (1951 und 1963), Trimble.) Klinische Erfahrungen zeigten, dass Unterbrechungen der Impulsleitungen im Plexus-Solaris Bereich aber auch starke unangenehme Nebenwirkungen haben können.

Normalerweise wird die Blockade der Nervi splanchnici oder des Plexus-Solaris gut von den Patienten toleriert. Jedoch kommt es immer wieder vor, dass einige Patienten nach einer Blockade, besonders bei Hypotonikern, über leichte Schwindelgefühle, Gedächtnisstörungen, gekoppelt mit Sehschwierigkeiten, klagen. Andere klagen über Appetitlosigkeit, Verstopfung, Kachexie, Bewusstseinsstörungen, wie Bridenbaugh, Moore und Quimby bei

ihren Untersuchungen fanden. Darüberhinaus werden oft noch abnormale Blässe, Pulsbeschleunigung, Herzklopfen, Blutdrucksenkung und Erbrechen festgestellt. Alle diese Erscheinungen beruhen auf einer Störung des hämodynamischen Gleichgewichts infolge Lähmung der sympathischen Vasokonstriktoren im gesamten abdominalen Bereich, insbesondere im Versorgungsgebiet des Truncus celiacus und der A. hepatica communis, A. mesenterica superior und inferior (Pereira 1946).

So ist auch zu verstehen, dass die Splanchnikusanästhesie und die Blockade der Ganglia celiaca von jeher ein umstrittenes Verfahren gewesen war und geblieben ist. Hierfür sind unterschiedliche Ergebnisse verschiedener Autoren und manche Komplikationen, die teilweise auf technische Unzulänglichkeiten, teilweise aber auch auf Auswirkungen des Verfahrens selbst beruhen, verantwortlich. Besonders Pitkins berichtete über unbefriedigende Ergebnisse der Splanchnikusanästhesierung, weil damit nicht immer eine komplette Ausschaltung des ganzen Splanchnikusgebietes erreicht werden konnte. Durch Erhöhung des injizierten Anästhetikums besserten sich die Resultate, die Infiltration und Diffusion wurde vervollkommen. Nicht nur das sympathische Netzwerk wurde ausgeschaltet, sondern auch jene vagalen Fasern, die die Ganglia celiaca passieren.

Die klinischen Indikationen, wie sie vor allem Pereira beschrieb, reichen vom Cardiospasmus über Schmerzen der Viscera, Magengeschwür, Paralytischer Ileus, Megacolon, Hypertension bis zu der postoperativen Phase nach abdominalen Operationen.

Die zur Beobachtung gekommenen Komplikationen und einige Todesfälle erklären sich zwanglos durch pathologisch-physiologische Änderungen, welche eine Splachnikusblockade und Ausschaltung der Ganglia celiaca bedingen. Es kommt nach der Ausschaltung der Vasokonstriktoren des abdominellen Bereiches zu einer Vasodilatation und Minderung des peripheren Widerstandes, die nicht nur zu einer Blutdrucksenkung verschiedener Ausmasse führt, sondern einen "Pooling"Effekt auslöst. Diese Symptome beruhen auf einer Mangel durchblutung und Hypoxie oder Anoxie des Zentralorgans. (Kilian)

Auf der anderen Seite bedürfen die immer wieder geschilderten Symptome wie Verstopfung, Darmkrämpfe aber auch Erbrechen noch klärender Untersuchungen. Insbesondere bei der grossen Bedeutung einer Splanchnikus- und Solaris Blockade in der heutigen Schmerzbekämpfung ist es wichtig, dieses Verhalten der einzelnen Darmabschnitte nach einer Plexus-Solaris Blockade zu erklären.

Hieraus ergeben sich folgende Fragen:

Wie verhalten sich der intraluminal Druck und die Motilität des

- a) Magens
- b) Dünndarms
- c) Colon ascendens

vor und nach Plexus-Solaris Blockade ?

B. VORBEMERKUNGEN

I. Funktionelle Struktur und Bewegungsmechanik des Magens

Beim Magen unterscheidet man ausser der äusseren Längsmuskelschicht und dem darunterliegenden Ringmuskel noch eine innere schräge Schicht (Fibrae obliquae). Die Längsmuskulatur, die die Fortsetzung der des Oesophagus bildet, nimmt von der Cardia hin zum Pylorus ab und fehlt im Bereich des Magenwinkels vollständig (Forsell).

Eine pylorische Verstärkung wird durch die Bildung einer geschlossenen Schicht von der Form eines abgeschrägten Zylinders durch die Längsmuskulatur erreicht. Diese Differenzierung, zusammen mit dem dort seine grösste Schichtdicke erreichenden Ringmuskel, gibt diesem zylindrischen präpylorischen Abschnitt strukturell einen besonderen Charakter. Stets eine Längsmuskelfaser geht auf das Duodenum über, wie Wheelon und Thomas feststellen.

Die Ringmuskelschicht nimmt an Dicke gegen Pylorus hin allmählich zu. Von einer plötzlichen Dickenänderung ist nirgends die Rede.

Die Aufgaben des Magens liegen nicht nur in der Förderung und Austreibung des Mageninhalts, sondern er hat hauptsächlich die Funktion der Verflüssigung, Aufbereitung und Mischung der Speisen.

Bau und Motilität entsprechen der Speicher- oder Kropffunktion. Die Funktion des Erbrechens als Schutzmechanismus ist auch noch zu beachten.

Im leeren Zustand ist der Magen klein und schlaff, schwache Kontraktionswellen haben meist keinen merklichen Effekt auf den Mageninnendruck. Im Hunger treten beim Menschen kräftige Kontraktionen auf, die in einer Schrittmacherregion nahe der Cardia beginnen und mit einer Frequenz von 3/min über den Magen laufen. Unmittelbar nach Füllung des Magens lässt die Kraft der peristaltischen Wellen zunächst nach und steigt dann allmählich wieder an und zwar um so schneller, je weniger Fett die Nahrung enthält. Diese Wellen besorgen auch bei ausreichender Stärke die Leerung des Magens.

Retention und Expulsion gehören funktionell zusammen. Die Peristaltik hat oft nur eine austreibende oder melkende Hilfswirkung. Wichtiger ist eine Art Gesamtkontraktion des Organs nach Art einer Tonussteigerung, die Götze "Systole" nennt. Diesem Spannungszuwachs des Magens zugeordnet ist ein Pförtnerschluss. Durch ihn wird ein intragastraler Druckzuwachs, eine Art Anspannungszeit möglich. Je nach Körperhaltung wirken hydrodynamische Faktoren fördernd oder hemmend auf die Austreibung ein. Hinzu kommt noch ein sehr wichtiger Faktor, dass der im Duodenum herrschende Druck das Tempo der Austreibung mitbestimmt, und dass höchstwahrscheinlich im Beginn einer Entleerungsphase der Bulbus duodeni erschlafft (Barclay 1932).

Der normale Magen entwickelt wie jeder Hohlmuskel den höchsten Innendruck bei einer gewissen Füllung oder Dehnung. Dabei wirkt die Dehnung, wie bei aller glatten Muskulatur, als Reiz, der zur Kontraktion anregt. Tritt irgendein Hindernis der Austreibung entgegen, bei Pförtnerenge oder Druck im Duodenum, so dürfte es der Dehnungsreiz sein, der die kompensatorische Mehrarbeit, d.h. verstärkte Systole und Widerstandspéristaltik anregt. (Bergmann)

Die Magenpéristaltik resultiert aus den Kontraktionen der Ringmuskulatur des Magens. In zahlreichen Versuchen, bei Menschen und bei Hunden, nahm die péristaltische Welle ihren Ursprung unterhalb der Cardia auf der kleineren Kurvatur (Alvarez 1948, Cannon 1911). Manchmal wurden die Kontraktionen nur in den unteren Teilen des Körpers oder des Antrums, wo sie auch entstanden sein könnten, gesehen. Einige wenige péristaltische Kontraktionen beginnen und enden im Korpus. In der Hauptsache enden sie im Antrum. Einige Wellen laufen mit wachsender Geschwindigkeit über das gesamte Antrum und enden dann plötzlich am Pylorus. Diese Kontraktionen befördern den Mageninhalt in das Duodenum (Thomas),

Der Grundrhythmus der péristaltischen Kontraktionen braucht nicht immer rhythmisch zu sein. Falls eine Kontraktion ausfällt, folgt ab dann eine unrythmische Folge. Die Wellenlänge hängt vom Dehnungszustand der Magenwand ab. Bei starker Dehnung ist

die Wellenlänge gross. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist mit der Wellenlänge der Peristaltik gekoppelt (Katsch). Ein Peristaltik auslösender Dehnungsreiz ist gehemmt, wenn die Dehnung der Magenwand durch Verwachsungen und Infiltration gehindert ist. Ein übermässiger Dehnungsreiz löst die sogenannte Stenoseperistaltik aus, die eine Peristaltik mit vergrösserter Amplitude ist. Die Laufrichtung peristaltischer Wellen entspricht den von Alvarez 1922 entwickelten Vorstellungen über den tonischen Gradienten, d.h. sie läuft von Orten mit niedrigerem zu Orten mit höherem Tonus.

Funktionelle Struktur und Bewegungsmechanik des Dünndarms

Die Tunica muscularis, die für die Bewegung des Dünndarms verantwortlich ist, besteht aus zwei Muskelschichten, der stärkeren inneren Ringmuskulatur und der dünneren äusseren Längsmuskulatur. Zwei Bewegungsformen können hauptsächlich unterschieden werden. Einerseits werden Pendelbewegungen, andererseits rhythmische Segmentation beobachtet (Alvarez 1948, Bayliss 1899, Castleton, Hotz, Hukuhara 1934, Trendelenburg). Bei den sogenannten "pendular movements", die kurze wellenförmige Bewegungen sind, steht eine Kontraktion der Längsmuskulatur im Vordergrund. Vom gleichen Charakter sind die rhythmischen Segmentationen, die durch Kontraktion und Erschlaffung der Ringmuskulatur ausgelöst werden. Besonders charakteristisch

für diese Bewegungsform ist ihr myogener Ursprung (Bülbring). Die peristaltischen Wellen stellen die zweite Hauptform der Darmbewegungen dar. Sie allein treiben den Darminhalt aboralwärts.

Es bestehen einige Theorien über den Ablauf der Peristaltik, unter denen die Ansicht von Bayliss und Starling (1899) am meisten verbreitet ist. Danach kommt es oral eines örtlichen Reizes, insbesondere durch Dehnung zur Kontraktion und aboral zur Erschlaffung aller Muskelschichten gleichzeitig.

Trendelenburg stellt in seinen Untersuchungen fest, dass der Darm dann peristaltisch entleert wird, wenn die Wandspannung, die aus Tonushöhe und Füllungsdruck resultiert, die Reizschwelle überschritten hat, Dabei kontrahiert die Muskulatur sich maximal.

Es ist das Verdienst Görttlers (1932), den morphologischen Aufbau des Dünndarms funktionell interpretiert zu haben. Innerhalb beider Muskelschichten befinden sich jeweils feste Bindegewebsfasern, deren Verlaufsrichtung in sich überkreuzenden Schraubenzügen von oral aussen nach aboral innen parallel zur Längsachse des Darmes zieht. Diese Strukturanalyse, deren Ansätze schon in ähnlichen Untersuchungen von Mall enthalten sind, erfährt erst 1959 ihre Bestätigung durch die Untersuchungen von Lenz.

Alvarez 1948 vertritt im Gegensatz zu Bayliss und Starling die Auffassung, dass die Polarität des Darms auf einem Aktivitätsgradienten beruht.

Demnach nimmt die Zahl der Kontraktionen vom Duodenum bis zum Ileum hin ab. Das wird durch zahlreiche Untersuchungen bestätigt (Borthoff, Bunker, Daniel, Diamant, Douglas 1949, Hasselbrack, Holaday, Hukuhara 1961, Milton). Darüberhinaus soll nach Leaming die Ganglienzelldichte ebenfalls distalwärts abnehmen, nach Schedl auch Sekretion und Absorption.

Bewegungsstudien von Braam-Houkgeest, Cannon 1912, Ganter, Pansdorf und Trendelenburg zeigen, dass es eine Antiperistaltik im Dünndarm nicht geben kann. Sie wird aufgrund der intestinalen Wandkonstruktion verhindert. Dies wird 1959 von Lenz bestätigt. Die Wandkonstruktion ist es auch, die für die Kraft der Peristaltik verantwortlich ist. Die Peristaltik erlischt dort, wo sich der Darm nicht mehr maximal kontrahieren kann. Beide Muskelschichten, die Längsmuskulatur und die Ringmuskulatur, verhalten sich antagonistisch zueinander. Das bedeutet, dass eine Erweiterung des Darms nur dort stattfindet, wo sich die Ringmuskulatur dehnt und die Längsmuskulatur gleichzeitig kontrahiert, eine Verengung nur dort, wo die Längsmuskulatur erschlafft, die Ringmuskulatur sich anspannt (Lenz 1965).

Funktionelle Struktur und Bewegungsmechanik des Kolon

Seit Cannons (1901) radiologischen Tierversuchen und die Druckstudien von Bayliss und Starling (1900) sind schon viele Untersuchungen über Bewegungen des Kolons angestellt worden, doch gibt es bis jetzt noch keine vollständige klare Aussage über die Motilität des Kolons (Hagihara 1972).

Holz knecht spricht von kurzen und gelegentlichen Bewegungen, die nur 3 mal am Tag auftreten. Dem widersprechen aber die Untersuchungen von Hertz und Newton (1913), die kleine schnelle Kontraktionen in den Haustren des Caecums und Colon ascendens feststellen. Ihre Wismuthversuche lassen sogar Vorwärtsbewegungen beobachten. Barclay bestätigt diese Ergebnisse von Hertz und Newton und kann 1935 Haustralbewegungen im Colon transversum und descendens darstellen. Templeton und Lawson weisen auf breite langsame Kontraktionen beim Hund hin, die von kleineren überlagert werden.

Im Colon transversum überwiegen die Mischbewegungen in Form von ringförmigen Kontraktionen, die die Schleimhaut zu sackförmigen Haustren falten (Davenport). Daneben können auch einzelne Kontraktionen der Längsmuskulatur auftreten, die die Haustren stark zusammendrücken. Die zirkulären Kontraktionen erzeugen einen Druck von etwa 5 mmHg, gelegentlich werden aber auch Werte bis zu 40 mmHg erreicht (Code und Hightower 1952). Die Haustren können stationär sein, können aber auch ihre Lage verändern, ohne dabei propulsiv zu wirken. Sie pendeln dabei etwas vor und zurück, wobei der Inhalt eine leicht rotierende Bewegung erfährt, wie schon die Röntgenuntersuchungen mit Wismuthkörnern (Barclay 1935) zeigen.

Davenport 1961 und ein Jahr später Ritchie begannen von peristaltischen Kontraktionen zu sprechen. Dabei zeigen Davenports Druckmessungen mit offenen Sonden in Kombination mit Röntgenuntersuchungen im

Sigmoid des Menschen lokale oder fortschreitende Kontraktionen. 1966 beschreibt er propulsive Bewegungen, die aus Kontraktionswellen bestehen, die sich mit einer Geschwindigkeit von 2,5 cm/sec. gleichmässig von einem Segment auf das andere Segment fortpflanzen und sich von der echten Peristaltik dadurch unterscheiden, dass ihnen keine Erschlaffungswellen vorangehen. Statt dessen geht diesen Kontraktionen eine Zone erhöhten Drucks voraus, die durch vorgeschobenes Gas bedingt ist. Bei einer propulsiven Bewegung wird der vor ihr liegende Kolonabschnitt gedehnt, und falls dieser unerregbar war, löst die Dehnung eine sekundäre Kontraktion aus. Beim Menschen kann das Kolon manchmal eine ganze Stunde lang ohne motorische Aktivität sein, ein andermal kann es ständig aktiv sein (Davenport). Diese Auffassung vertritt aber nicht Ritchie, der 1968 in seinen Untersuchungen zeigt, dass fast immer eine gewisse Bewegung im Kolon stattfindet, und er hebt besonders die grosse Bedeutung der haustralen Antriebskraft für die Vorwärtsbewegung und die Bewegung an sich für die einzelnen Kolonabschnitte hervor. Hagihara geht sogar so weit, von multihaustralem Antrieb besonders im rechten Kolon zu sprechen.

Innervation des Intestinaltraktes

Die glatte Muskulatur des Gastrointestinaltraktes wird von den sympathischen und parasymphathischen Fasern des autonomen Nervensystems innerviert. Der parasymphathische Einfluss erfolgt von den Nerven des Vagus; sie verlaufen zum Oesophagus, Magen, Dünndarm und zum ersten Teil des Colon transversum, descendens und dem Rektum. Die efferenten Fasern des Vagus sind präganglionär und formen Synapsen mit Neuronen in den Plexus myenterica und submucosa. Postganglionäre Fasern dieser Plexus innervieren den glatten Muskel und die sekretorischen Zellen (Ruch).

Die präsympathischen Fasern, die von den Segmenten T5 oder T6 bis L2 oder L3 kommen, beeinflussen auch den gastrointestinalen Trakt. Die Versorgung des Magens geht in der Hauptsache von T6 bis T9 aus, die vom Dünndarm von T9 und T10 und für das Kolon von T12 bis L2. Die Zellkörper des 2. Neurons des sympathischen Verlaufes liegen zum grössten Teil in den prävertebralen Ganglien (Ganglion celiacum, mesenterica superior und inferior). Postganglionäre Fasern ziehen vom Ganglion celiacum zum Magen und zum proximalen Teil des Duodenums und zwar parallel der Arteria celiaca. Fasern von dem Ganglion mesenterica superior verlaufen in den Wänden der Arteria mesenterica superior zum restlichen Teil des Dünndarms und zum Kolon bis zur Abknickung des Splenicus (Kuntz).

Der gastrointestinale Trakt hat eine reiche afferente Innervation. Diese Fasern werden in den gleichen Nerven gefunden, die auch die sympathischen und parasympathischen Fasern enthalten. Der Vagus beinhaltet afferente Fasern des Magens, und diese können von chemischen und mechanischen Reizen aktiviert werden (Iggo, Paintal 1957 und 1963). Die sacralen visceralen afferenten Fasern haben ihre Ursprungszellen in den Spinalganglien S2 bis S4. Die afferenten Fasern des Magens und des Duodenums gehen zu T7 bis T9 und der Rest des Dünndarms und des Kolons gehen zu T9 bis T12 (Crosby). Schmerzen des gastrointestinalen Traktes scheinen über die thorakalen visceralen Afferenten vermittelt zu werden und nicht von den vagalen Afferenten (Balckum, Bingham, Geinandt, Grossmann, White 1952).

Die Rolle der extragastralen Nerven wird mittels des Einflusses einer Denervation betrachtet. Vagale Denervation des Darms in situ ist immer präganglionär oder postganglionär. Wie Versuche mittels der Methode der Denervierung bestimmter Nerven zeigen, kann ein Teil des Intestinaltraktes präganglionär versorgt werden, ein anderer postganglionär (Youmans 1942 und 1952).

Die efferenten Nerven des Intestinaltraktes üben ihren Einfluss auf die Motilität aus, indem sie Catecholamin, Epinephrin oder Norepinephrin von den adrenergen Fasern und Azetylcholin von den cholinergen Fasern freisetzen. Adrenomimetica haben

eine dämpfende Wirkung auf die Bewegung aller Typen, einen abfallenden Tonus in dem glatten Muskel der gastrointestinalen Wand und eine Kontraktion des glatten Muskels in den Sphinctern. Der Einfluss von Norepinephrin ist kaum von Epinephrin zu unterscheiden (Youmans 1939). Acetylcholin hat direkte Effekte, die fast immer das Gegenteil von dem des Katecholamins sind. Die Tatsache, dass Epinephrin und andere Adrenomimetica für die Kontraktion bestimmter glatter Muskelzellen verantwortlich sind, wird erklärt, dass der eine oder der andere der beiden Rezeptormechanismen in den glatten Muskelzellen anwesend sind (Burn 1965).

Die Erscheinung, dass weder Erregung noch Dämpfung besonders nach Stimulation der peripheren Enden der sektionierten vagalen oder splanchnalen Nerven überwiegen, hat zur Annahme geführt, dass beide efferente parasympathische und sympathische präganglionären Fasern beide adrenerge und cholinerge postsynaptische Neurone innervieren (Bayliss 1899, 1901, Hsu, Langlay 1898, Martinson, Mc Crea 1928, Mulines, Semba, Youmans 1952). Dale und Feldberg zeigen mit ihren Versuchen, dass das venöse Blut von der Wand des Magens beim Hund Acetylcholin in bemerkenswerter Konzentration enthält und dass bei Stimulation der peripheren Enden des sektionierten thorakalen Vagus ein mannigfaches Anwachsen der AcetylcholinKonzentration erfolgt. Bunting bestätigt dies mit seinen Untersuchungen.

Martinson und Muren folgern aus ihren Ergebnissen, dass 2 Gruppen von efferenten Fasern im Vagus zum Magen vorhanden sein müssen, und dass die dämpfenden gastral Fasern die dünnsten sein müssen. Im selben Jahr noch weisen Paton und Vane darauf hin, dass der Muskel der Magenwand von Isoprenalin, Epinephrin und Norepinephrin gehemmt wird und sie folgern daraus, dass der Vagus adrenerge sowie cholinerge Neuronen in der Magenwand innerviert.

Die nervale Versorgung des Dünndarms erfolgt über den intramuralen Parasympathikus und den Sympathikus. Während der Sympathikus für die Motorik weitgehend bedeutungslos bleibt (Davenport 1961, Youmans 1952), ist die parasympathische Erregung für die Peristaltik nahezu unerlässlich. Der intramurale Plexus zeichnet sich für die Koordination der Darmbewegung verantwortlich. Bei seinem Ausfall, also bei einem Überwiegen des extramuralen Parasympathikus, kommt es zur Dauerkontraktion bzw. zur erhöhten Tonuslage des betroffenen Segmentes, wie vom Krankheitsbild der Angliose her bekannt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine Stimulation der peripheren Enden des sektionierten Vagus entweder Erregung oder Dämpfung hervorruft. Der Erregereffekt geht wahrscheinlich über die cholinergen Neuronen. Der Dämpfungseffekt kann über die adrenergen postganglionären Fasern ablaufen, die den Vagus vom Ganglion cervicale superior erreichen. Ausnahmen von diesem Verhalten werden beobachtet, indem der Dämpfungseffekt über die adrenergen Neuronen verläuft, die eine präganglionäre vagale Innervation besitzen.

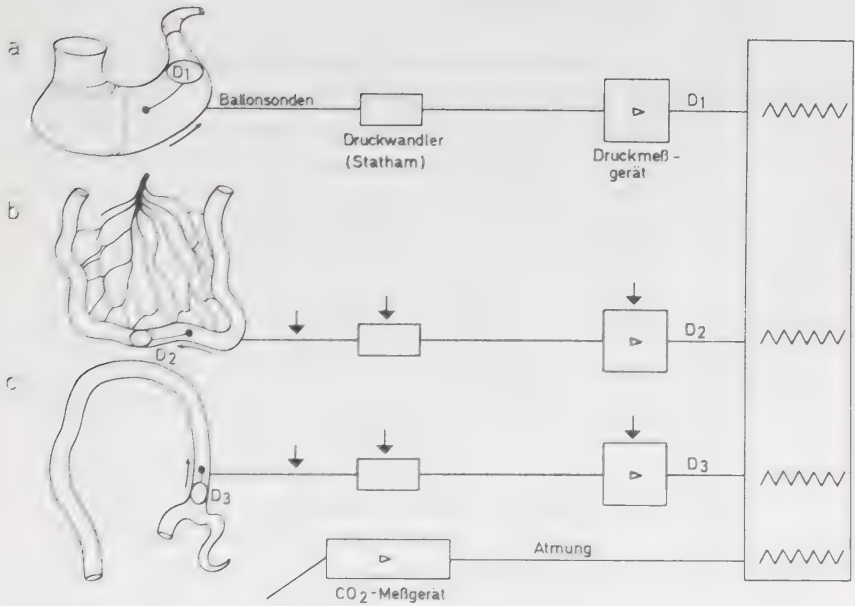


Abb. 1: Versuchsanordnung der Druck- und Motilitätsmessung mit Ballonsonden im

- a) Magen (Pylorus)
- b) Dünndarm (Pars media)
- c) Kolon (ascendens)

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. Material und Methode

1. Versuchsanordnung

Für die experimentellen Untersuchungen wurden 9 Hunde verwendet mit einem Durchschnittsgewicht von 6 - 8 kg. Die Narkose wurde mit Brevimytal (20 - 50 mg/kg Körpergewicht) eingeleitet und nach Intubation mit einem Lachgas-Sauerstoffgemisch (4/1) aufrecht erhalten. Zur Muskelrelaxation wurde Succinylcholin (1 mg/kg Körpergewicht) vorübergehend benötigt. Nach dem Anschluss einer Kochsalzlösung und dem Placieren der Elektroden für das EKG wurde die Bauchhöhle mittels eines Medianschnittes eröffnet.

Der Magen wurde in der Pars anterior, 10 cm von der Pars pylorica, mittels einer Stichinzision eröffnet. Eine dünnwandige Ballonsonde wurde eingeführt und im Pars pylorica eingelegt. Anschliessend wurde der Magen wieder mit Hilfe einer Tabaksbeutelnaht verschlossen. Im Dünndarm wurde die Sonde in der Pars media eingenäht und auch im Colon ascendens wurde eine dritte Sonde benutzt.

2. Versuchsdurchführung

a) Intraluminale Druck- und Motilitätsmessung

Die Drucksonden bestanden aus Polyvinylchloridschläuchen mit einem Durchmesser von 1,5 mm, an deren Spitze sich ein sehr dünn-

wandiger Gummiballon befand. Sie wurden über einen Dreiweghahn zu einem Drucküberträger (Statham Godart-Bremen), von da über einen Trägerfrequenzverstärker (Hellige) zu einem 6-Kanalschreiber (Hellige) geleitet. Die Ballons selbst hatten alle einen unterschiedlichen Durchmesser, um den ungleichen intraluminalen Durchmesser sowohl zwischen Magen, Dünndarm und Colon auf der einen Seite als auch den von Versuchstier zur Versuchstier auf der anderen Seite zu entsprechen. Aus diesem Grunde wurde vor der Placierung der Sonden der jeweilige Innendurchmesser des Darmabschnittes gemessen und die Auswahl der Sonde dementsprechend getroffen. In Vorversuchen wurden ausserdem die Arbeitsbereiche der Sonden festgelegt.

b) Die Plexus-Solaris Blockade

Nach der Einführung der Sonden wurde eine in Vorversuchen ermittelte Adaptionszeit von 20 Minuten eingehalten. Danach wurde mit der ersten Messreihe begonnen, die 20 Minuten dauerte. Danach erfolgte das Aufsuchen des Plexus-Solaris.

Die Plexus-Solaris Blockade kann sowohl vom Rücken (Kappis 1920) aus als auch nach Eröffnung der Bauchhöhle von vorne durchgeführt werden (Braun und Finsterer 1913).

Da eine Laparatomie sowieso angebracht war, ergab sich von selbst die Wahl der zweiten Methode.

Der Plexus-Solaris liegt in Höhe von Th 12 und 1 1 auf der Aorta. (Ellenberger)
In dieses Gebiet werden 3 ml Scandicain gegeben. Nach dieser Depotlegung wurde unverzüglich die Messreihe wieder für weitere 20 Minuten fortgesetzt.

Die Versuchreihe setzte sich aus 8 Vorversuchen und 9 Hauptversuchen zusammen.

Aufbau und Funktion des Plexus-Solaris

Die Nervi splanchnici bilden die Verbindung zwischen dem Ganglion thoracicum und dem Plexus-Solaris. Grundsätzlich gibt es zwei Nervi splanchnici, die diese Verbindung herstellen. Weniger oft sind es drei Nerven und in ganz seltenen Fällen gibt es sogar vier Nervi splanchnici (Pereira): Nervus splanchnicus major, minor, superior und inferior. Der Nervus splanchnicus major bildet sich manchmal aus drei, manchmal aus vier oder fünf Ästen. In Extremfällen ist nur einer oder sind sieben an der Bildung beteiligt. Am Häufigsten entspringen die Äste aus den Ganglia thoracica 7, 8 und 9. Kurz nach ihrem Ursprung schliessen

sich die einzelnen Zweige zusammen und bilden kurz vor dem Diaphragma das Ganglion splanchnicum (70 %). Nach Durchtritt durch das Diaphragma teilt sich der Nervus splanchnicus major wieder in viele Äste; eine grosse Anzahl geht zum Plexus-Solaris, wo sie auch enden, andere verlaufen zum Ganglion aorticorenale oder zur Medulla spinalis.

Der Nervus splanchnicus minor wird grundsätzlich aus 2 Zweigen gebildet; selten von einem oder von 3, die auch aus dem Ganglion thoracicum entspringen.

Kurz nach ihrem Ursprung bilden sie einen Stamm, der zwischen dem Nervus splanchnicus major und dem Truncus thoracicus sympathicus verläuft. Er durchtritt ebenfalls das Diaphragma und teilt sich dann wieder, wobei ein Teil der Äste zum Plexus renalis, ein anderer zum Ganglion aorticorenale oder Plexus-Solaris geht. Die Nervi splanchnici superior und inferior enden fast immer im Ganglion aorticorenalis.

Der Plexus-Solaris wird von einer ganzen Reihe verschieden grosser Ganglien gebildet, wovon drei besonders zu benennen sind: Ganglion celiacus dexter und sinister und Ganglion mesentericum superior (Ellenberger).

Diese Ganglien bilden ein grosses Netzwerk vor der Aorta und umgeben auch die Arteria celiaca und einen Zweig der Arteria mesenterica superior. Der Plexus-Solaris liegt in Höhe von Th 12 und L 1 zwischen den beiden Nieren und auf der Aorta. Nach oben reicht er fast bis an das Diaphragma heran, nach unten berührt er den Ursprung der Arteria renalis. Von vorne ist der Plexus-Solaris vom Peritoneum bedeckt, liegt in einem verbundenem Gewebe, reich an Fett, in dem auch lymphatische Ganglien und eine Anzahl von Lymphdrüsen und Blutgefässen liegen. Kaudalwärts findet der Plexus-Solaris seine Fortsetzung mit dem Plexus aorticus.

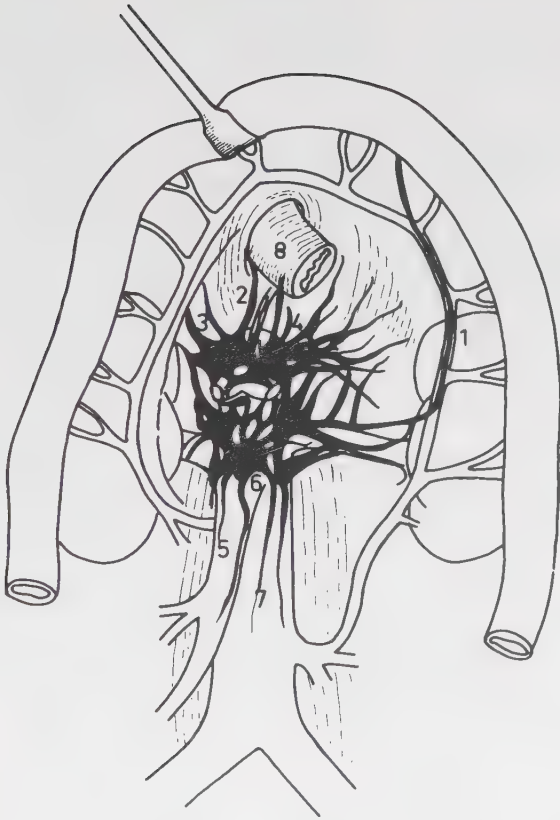


Abb. 2:

Lage des Plexus Solaris (Netter)

1 Grenzstrang; 2 Truncus vagalis posterior;
3 Ganglion celiacum dexter; 4 Ganglion
celiacum sinister; 5 Arteria mesenterica
superior; 6 Ganglion mesentericum superior
und Ganglia aortico renales; 7 Nervi
intermesenterica; 8 Oesophagus.

Vor der Blockade

Nach der Blockade

Tier Nr.	Anzahl d. Ausschläge	Zeit in sec. min. - max.	Druck in Hg min. - max.	Anzahl d. Ausschläge	Zeit in sec. min. - max.	Druck in Hg min. - max.
1	Magen Dünn. Kolon 2	12 - 40	- - 15	5 - 2	24 - 66 - 60 - 72	3 - 30 - 8 - 10
2	Magen Dünn. Kolon 7	- - 85	- - 17	9 12 12	12 - 30 4 - 240 4 - 120	5 - 26 12 - 40 5 - 20
3	Magen Dünn. Kolon 8	- - 80	- - 15	4 - 16	68 - 12 - 10 - 130	5 - 10 - 12 - 23
4	Magen Dünn. Kolon 5	- - 14	- - 8	4 5 5	12 - 25 160 - 300 36 - 144	23 - 25 17 - 22 10 - 30
5	Magen Dünn. Kolon 9	- - 25	- - 12	3 5 14	10 - 12 12 - 60 8 - 145	5 - 10 7 - 15 7 - 27
6	Magen Dünn. Kolon 1	- - 60	- - 8	- - 3	- - 10 - 24	- - 5 - 11
7	Magen Dünn. Kolon 14	- - 50	- - 20	3 20 18	24 - 50 8 - 30 8 - 230	5 - 30 5 - 40 6 - 32
8	Magen Dünn. Kolon 4	- - 50	- - 11	5 3 -	10 - 12 8 - 10 -	5 - 8 6 - 8 -
9	Magen Dünn. Kolon 1	- - 40 - - 125	- - 15 - - 9	- 1 3	- - 10 - 12	- - 5 - 6

II. Ergebnisse

Klassifikation

Die Beurteilung der Motilität im Magen, Dünndarm und Kolon beinhaltet die Peristaltik mit ihrer Amplitude, die Wellenzahl, die Wellenlänge, den Tonus und die Frequenz. In untrennbarem Zusammenhang mit der Motilität steht der intraluminale Druck, der darüberhinaus noch von der Lage des Versuchsobjektes und besonders im Magen von der Inspiration bestimmt wird (Lorber, S.H. 1954).

Zur qualitativen Analyse der Kontraktionen möchte ich eine oft benutzte Einteilung nach Typ I, II, III übernehmen (Hightower, Deller 1965, Friedman).

- Typ I: Einfache monophasische Wellen mit kleiner Amplitude und kurzer Dauer (bis 10 sec.). Es werden Drucke bis 5 cm Wassersäule oder 30 mm Hg erreicht.
- Typ II: Vermehrte peristaltische Kontraktionen. Die Drucke liegen über 5 cm Wassersäule und die zeitliche Dauer bewegt sich zwischen 10 bis 60 sec.
- Typ III: Das Charakteristische dieses Typs ist entweder ein Tonuswechsel oder ein Anwachsen des basalen Druckes; Typ I- und Typ II-Wellen sind überlagert.

Typ IV: Diese beginnen wie eine Typ II-Welle, aber hier sind keine Wellen des Typs I beteiligt.

Bei der gewählten Versuchsanordnung wird der Einfluss der Atmung nicht ganz ausgeschaltet, sodass ich bei der Bewertung meiner Ergebnisse nur Ausschläge über 5 mm Hg nehme.

Kasuistik:

1. Tier (s. Anhang)

Der Magen und das Kolon befinden sich vor der Plexus-Solaris Blockade in Ruhe; nur der Dünndarm zeigt für eine kurze Zeit Bewegungen und zwar vom Typ I. Nach der Nervenausschaltung tritt im Magen ruckartig eine deutliche Peristaltik ein. Das Bild wird von Wellen vom Typ II bestimmt. Der Tonus ist gleichmässig, so dass von einer rhythmischen Kontraktur gesprochen werden kann. Im Kolon finden wir Typ I-Ausschläge mit einer sehr geringen Frequenz.

Im Dünndarm ist keine Aktivität zu registrieren.

2. Tier (s. Anhang)

Von allen 3 Messpunkten zeigt nur das Kolon eine 15-minütige Aktivitätsphase vor der Nervenausschaltung. Dies trifft aber in keiner Weise für die Zeit danach zu; im Magen finden wir in den ersten 10 Minuten Wellen vom Typ I, die dann in Typ II übergehen. Der Tonus ist auch hier gleichmässig, die Frequenz aber stärker als bei Tier 1.

Im Dünndarm und im Kolon werden Typ I- und Typ II-Ausschläge beobachtet; die Frequenz ist dabei sehr hoch.

3. Tier (s. Anhang)

Wie beim 2. Tier lassen sich auch im Magen und Dünndarm vor der Anästhesierung der Nerven keine Veränderungen des basalen intraluminalen Druckes oder irgendwelche Bewegungen registrieren. Nur das Kolon macht auch hier mit einem 12-minütigen Motilitätsabschnitt von Typ III-Wellen auf sich aufmerksam. Nach der Blockade treten im Magen nur für einen kurzen Augenblick Ausschläge vom Typ I auf; die Frequenz ist sehr gering.

Im Dünndarm sehen wir keine Situationsänderungen, und im Kolon setzt sich die Aktivitätsphase fort. Dabei sind die Wellen vom gleichen Typus geblieben, nur die Frequenz ist ungleich höher.

4. Tier (s. Anhang)

Bis auf das Kolon, wo wir Bewegungen vom Typ I in geringer Anzahl finden, sind die übrigen Messabschnitte in einer Ruhepause. Nach der Plexus-Solaris Blockade zeigt das Messgerät eine deutliche Motilität in allen 3 Messpunkten an. Im Magen herrscht eine Peristaltik vom Typ II vor, die den Pylorus in einem sehr gleichmässigen Tonus ergreift. Die Anzahl der Ausschläge pro Minute ist annähernd identisch mit den Versuchen 1 und 2.

Im Dünndarm finden wir Typ I- und Typ II-Wellen mit einer hohen Frequenz. Im Kolon ist das Bild ähnlich, nur sind Bewegungen vom Typ I nicht zu erfassen.

5. Tier (s. Anhang)

Wie im Versuch 2, 3 und 4 haben wir hier vor der Nervenausschaltung die gleiche Situation: im Magen und Dünndarm keine und im Kolon nur geringe Motilität vom gleichen Typus. Danach treten im Magen fast nur Typ I-Wellen auf, die zweimal nur von Typ II Ausschlägen unterbrochen werden. Der Tonus ist sehr gering.

Der Dünndarm zeigt hier zum ersten Mal alle 3 Typen der Peristaltik; dabei ist die Frequenz sehr hoch. Und auch der Kolon weist eine grosse Anzahl von Ausschlägen pro Minute auf. Wieder findet sich hier wie im Versuch Nr. 4 die gleiche Wellenart. Nur der Tonus erreicht im Kolon dieses Tieres grössere Werte.

6. Tier (s. Anhang)

Bei diesem Versuch lassen sich vor und nach der Blockade Änderungen weder im basalen intraluminalen Druck noch in der Peristaltik registrieren. Besonders auffällig ist die ausgedehnte Ruhephase des Magens und des Dünndarms; das Kolon wird nur für eine sehr kurze Zeit von Wellen des Typs III erfasst.

7. Tier (s. Anhang)

Vor der Anästhesierung der Nerven herrscht im Magen und Dünndarm wie in fast allen anderen Versuchen auch Inaktivität. Nur das Kolon macht hier wieder eine Ausnahme: fast über den ganzen ersten Messbereich erstrecken sich Typ I- und Typ II-Wellen. Der Tonus ist sehr gleichmässig. Im 2. Teil des Versuches tritt in allen 3 Abschnitten eine starke Motorik auf. Diese wird im Magen von Typ II-Ausschlägen gekennzeichnet, wobei sie sich nur über einen kurzen Zeitraum erstreckt und auch eine sehr geringe Frequenz aufweist.

Anders ist es im Dünndarm und im Kolon. Hier lassen sich Wellen vom Typ I und II im Dünndarm und im Kolon nur II und III beobachten. Der Tonus ist in beiden Messabschnitten sehr hoch.

8. Tier (s. Anhang)

Über die Ergebnisse dieses Versuches lässt sich nicht viel sagen. Während dieser Versuchsreihe weist zum zweiten Mal nur der Dünndarm vor der Plexus-Solaris Blockade Bewegungen auf. Die Anzahl der Ausschläge ist sehr niedrig und die festgestellten Wellen sind vom Typ III. Das gleiche Bild haben wir auch im zweiten Teil der Messreihe. Darüberhinaus macht nur der Magen mit einer ganz geringen Peristaltik vom Typ I und II auf sich aufmerksam.

9. Tier (s. Anhang)

Auch hier im letzten Versuch ist das Bild ähnlich: keine Veränderungen im basalen Druck oder in der Motorik nach der Nerven ausschaltung. Im Dünndarm sehen wir nur ganz vereinzelt Wellen vom Typ I und III und vom Kolon ist das gleiche zu berichten.

D. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Messung des Darminnendruckes mit Ballonsonden (Carlson et al. 1924, Code et al. 1952, Foulk et al., Hendrix et al, Hightower 1952, Friedman G., Abbott Br. W.) ist eine brauchbare Methode (Farrar), um die Motilitäts- und Druckverhältnisse im Magen- und Darmtrakt zu prüfen, wenn auch verschiedene Autoren (Campbell et al., Texer et al.) Bedenken angemeldet haben. Da es sich um eine klassische Methode handelt, deren Vorzüge und Grenzen seit langem bekannt sind, wurden bei den in dieser Arbeit vorgenommenen Untersuchungen Motilitäts- und Druckmessungen mit Ballonsonden durchgeführt. Hierfür standen 8 Kontrolltiere und 9 Versuchstiere zur Verfügung.

Die qualitative Analyse meiner Ergebnisse lässt deutlich eine veränderte Situation nach der Plexus-Solaris Blockade im Magen erkennen. Bei 7 Hunden setzten Kontraktionen ein. Diese waren zum grössten Teil vom Typ II, aber auch Typ I-Wellen waren festzustellen. Die sogenannten Tonuskontraktionen (Code, C.F.) zeigten sich in keiner Phase der Messreihe. Dies wäre auch sehr unwahrscheinlich gewesen, da die Sonden am Pylorus placiert wurden. Diese werden hier von dem kontraktilen Segment in ein weniger aktives gedrängt (Code, C.F.) Die registrierten peristaltischen Kontraktionen vom Typ I und II sind für den Transport des gastralen Inhalts zuständig, insbesondere für die Weiterleitung ins Duodenum. Solch eine Aktivität ist normalerweise nur zu sehen, wenn Speisen geschluckt werden. Da dieses bei meiner Versuchsanordnung nicht geschah und auch die

Sonden nicht geschluckt wurden, sondern eingenäht, ist dieses Phänomen sicherlich nicht auf den Schluckakt oder auf einen Sondenreiz zurückzuführen.

Die Erklärung hierfür liegt in dem Einfluss, den der Sympathikus und Parasympathikus auf den Intestinaltrakt hat. Vor allem de Sousa Pereira setzte sich mit dieser Thematik auseinander. So berichtete er von mehrmaligen Blockaden des rechten und linken Splachnikus als Therapie des Cardiospasmus; auch ein völliges Abheilen eines Ulcus duodenalis wurde beobachtet. Bei seinen Untersuchungen seit 1938 konnte Pereira nicht immer ein Anwachsen nach lokalanästhetischen Blockaden der Nn. splanchnici feststellen. Bei manchen Versuchstieren sah er nur teilweise ein Anwachsen der Kontraktionen, bei anderen überhaupt keine Reaktion. Ähnliche Ergebnisse gewannen Morlock und Bingham, die keine Änderung der Motilität nach Teilresektion der thorakalen sympathischen Fasern sahen. Diese Versuchsergebnisse stimmen mit den in dieser Arbeit gewonnenen überein. Auch ich stellte bei 2 Versuchstieren keine Änderung in der Motorik nach der Plexus-Solaris Blockade fest.

Bei seinen Untersuchungen geht Kosterlitz davon aus, dass der intragastrale Nervenplexus die Magenmotorik in Abwesenheit der extragastralen Nerven kontrolliert. Mc. Swiney überprüfte diese Aussage und stellte bei seinen Ergebnissen fest, dass die Sektion eines Vagus oder N. splanchnici zum Gegenteil führte, zum Anwachsen der Peristaltik. 25 Jahre später griffen James und Louckes dieses Thema noch einmal auf und betonten den autonomen Charakter der Magenmotorik. 1925 bewiesen

Mc. Crea und Mc. Swiney und 1963 Singh, dass, da der Vagus ja sowohl exzitativ als auch inhibierende Fasern besitzt, eine Wechselwirkung auftritt - je nach der Erregung des Magens. Dies stimmt auch mit den Untersuchungen von Beani überein, der den Einfluss des Sympathikus und Parasympathikus auf den Magen überprüfte. Dabei zeigte sich, dass der Effekt der vagalen Stimulation ein exzitativer oder inhibitorischer war. Douglas, Mann und Morlock sprechen sogar von einer unabhängigen basalen rhythmischen Aktivität, die dem Magen zugrunde liegt. Dies erklärt auch die unterschiedliche Reaktion des Magens bei meinen Versuchen. Eine Plexus-Solaris Blockade hat sicherlich nur geringen Einfluss auf die Motilität des Magens, da dieser hauptsächlich vom Vagus beeinflusst wird und die Nn. splanchnici für den Darm verantwortlich sind (Könnecke 1922). Da die Aktivität kurz nach totaler Durchtrennung der Nerven des Magens wiederkehrt, erhebt sich die Frage, auf was für einen Reiz hin die gastrale Bewegung wieder in Gang kommt. Mit Sicherheit kommt der starken Anhäufung von intramuralen Nervengeflechten an der Kardia, kleinen Kurvatur und im Magenkanal in dieser Beziehung eine Bedeutung zu (Brand). Alvarez verglich sogar den Nervenreichtum an der Kardia mit dem Sinusknoten des Herzens. Weber und Kelly wiesen nachdrücklich auf einen Schrittmacher an der grossen Kurvatur hin, und Brand betonte besonders den autonomen Charakter der gastrointestinalen glatten Muskulatur. Auch der Plexus-submukosa (Meissner) wird in der letzten Zeit mit dem Bewegungsspiel der muscularis mucosae in Verbindung gebracht.

Darüberhinaus darf auf keinen Fall der "feed-back"-Mechanismus unberücksichtigt bleiben, der eine entscheidende Rolle auf die Magenperistaltik ausübt (Ruch): Der im Dünndarm herrschende Druck bestimmt das Tempo der Austreibung mit (Barclay). Gerade diesem Punkt gebe ich bei der Erklärung des Anstieges der Motilität im Magen nach der Nervenausschaltung eine grosse Bedeutung.

Alle diese angeführten Kriterien spielen auch bei meinen Ergebnissen eine entscheidende Rolle. Zwei Fakten lassen sich besonders deutlich erkennen: vor der Plexus-Solaris Blockade befindet sich der Magen immer in Ruhe, was auch mit Beobachtungen von Rinecker und Brendel in Einklang steht; Spriggs bezifferte die Aktivität des Pylorus nur auf 40 % der Zeit ! Auch der intraluminale Druck blieb während des Messzeitraums konstant. Bei 7 von 9 Tierversuchen konnte ich ein Einsetzen der Peristaltik nach der Blockade feststellen. Besonders bei 5 Hunden war eine gleichmässige, starke, über den ganzen Messbereich verteilte Aktivität zu sehen. Wiederum bei 3 Tieren liess sich ein gewisser Grundrhythmus der peristaltischen Kontraktionen bemerken, wie sie auch schon Alvarez beschrieb.

Im Dünndarm trat bei 6 Versuchstieren eine Änderung in der Motorik als auch im basalen Druck nach der Plexus-Solaris Blockade ein. Theoretisch wäre eine deutliche Zunahme der Aktivität zu erwarten gewesen, da durch die Ausschaltung der sympathischen Fasern ein Überwiegen im Einfluss des Parasympathicus erfolgt. Umgekehrt zeigten

die Resultate einer Vagotomie eine deutliche Hypomotilität (Storer, Thornton, Moore 1946, Clarke, Jonson, Postlethwait, Stein, Machella). Die Erklärung der unterschiedlichen Reaktion des Dünndarms liegt sicherlich in der Nervenausschaltung. Durch die gleichmässige Verteilung des Anästhetikums in das Infiltrationsgebiet sind nicht nur die Ganglia mesenterica sondern auch die Ganglia celiaca mit allen vegetativen Fasern zur Aorta, der V. cava inferior und den beiden Nebennieren mit ausgeschaltet worden. Man blockiert damit alle efferenten Impulse aus dem Bereich der Därme und Bauchorgane mit Ausnahme jener Bauchorgane, die über die parasymphischen Nn. splanchnici pelvini innerviert werden. Bei der ausgedehnten sympathischen Blockade können auch gleichzeitig vagale Fasern durch die Diffusion des Anästhetikums in das benachbarte Gebiet mit ausgeschaltet worden sein. Davenport und Youmans sprechen dem Sympathikus für die Motorik die Bedeutung ab und erklären dem Parasympathikus die alleinige Verantwortung für die Motilität zu. Die Ergebnisse Atanassovas stimmten dieser Aussage zu, indem er die Bedeutung des Sympathikus nach Blockaden von a- und b-Rezeptoren des Magens und Dünndarms auf Bewegungen überprüfte. Wir sollten auch nicht die enge Beziehung Dünndarm - Magen vergessen. Wie wir wissen, hat der Dünndarm auf die Austreibung des Mageninhalts einen grossen Einfluss. Umgekehrt berichteten Atanassova und Fugii, dass auch der Magen die Aktivität des Dünndarms mit beeinflusst. Code traf mit dem Wort "Mystic" der gastrointestinalen Verbindung in der richtigen Form die Problematik.

Wir wissen, dass der intramurale Plexus für die Koordination der Darmbewegungen verantwortlich ist. Bei seinem Ausfall, also bei einem Überwiegen des extramuralen Parasympathikus, kommt es zur Dauerkontraktion bzw. zur erhöhten Tonuslage des betroffenen Segmentes, wie wir es vom Krankheitsbild des "Morbus Hirschsprung" her kennen. Dies kann ich bei meinen Versuchen auch bei einigen Tieren feststellen. Ähnliche Ergebnisse traten auch bei den Untersuchungen von Douglas und Mann auf; nach der Sektion efferenter Nerven verharnte der Dünndarm des Hundes in einer unregelmässigen Peristaltik.

Deutlich zeigten sich bei meinen Versuchen in diesem Darmabschnitt, dass eine gleichmässige Verteilung aller Arten von Wellen - Typ I, II, III - auftraten; bemerkenswert waren die auch immer wiederkehrenden Ruheperioden. Das gleiche berichteten auch Deller und Wandel. Die grösste Anzahl von Wellen waren vom Typ I; auf der anderen Seite wurden aber auch immer wieder Typ III Kontraktionen beobachtet, wobei ein deutlicher Druckanstieg nicht verborgen blieb. Durchschnittlich war die Frequenz sehr hoch.

Bedeutungsvoll für die Bewegungen im Dünndarm ist der Schrittmacher. Nach Hermon-Taylor und Milton liegt dieser in den longitudinalen glatten Muskeln und bestimmt die motorische Aktivität. Friedmann berichtete sogar von einem Schrittmacher für Typ I-Wellen, der den Transport des Darminhaltes über eine kurze Instanz bewältigt. Sehr zu beachten sind die Untersuchungen von Thomas und Kuntz, die aus ihren Versuchsergebnissen

folgerten, bei denen sie die Synapsen der intramuralen Plexus mit Nikotin blockiert hatten, dass die Anzahl der rhythmischen Kontraktionen wahrscheinlich von der intestinalen Muskulatur bestimmt wird, während sich die Amplituden und der Tonus von der nervalen Kontrolle in Abhängigkeit auch von Umgebungsveränderungen befindet. Die Änderung der Umgebung, besonders die Irritation des Darmes durch das Implantieren einer Sonde (Smith), ist sicherlich von grosser Bedeutung, jedoch wurde dieser Faktor durch eine lange Adaptionszeit und eine sorgfältige Replacierung des Darmes auf ein Mindestmass beschränkt. Smith und Brody sprachen von einer Induktion der gastrointestinalen Motilität durch Ballons. Aber nicht nur Ballonsonden sondern auch intraabdominale Verletzungen, wie sie bei einer Laparatomie und einer Einnähung der Sonden in den Darm geschehen, sollen nach Appert eine Reflexunterdrückung der Motilität, die durch die autonomen Nerven ausgelöst wird, zur Folge haben. Genau so schwierig zu beurteilen, ob dies einen Einfluss auf die Ergebnisse hat, sind die Untersuchungen von Douglas & Mann und Carlson bei hungernden und gesättigten Hunden. Der Darm der hungernden Tiere zeigte lange Ruheperioden, die sich mit Perioden der Aktivität abwechselten. Auf der anderen Seite ist für die Motorik des Darmes die Durchblutung sehr wichtig. Bei den vorliegenden Versuchen wurden auch gleichzeitig Flowmessungen an der Arteria mesenterica sup. durchgeführt (Mayer 1974). Dabei wurde eine signifikante Erniedrigung der Durchblutung des Darmes bestimmt; zur selben Zeit war auch der systemische Blutdruck der Tiere deutlich erniedrigt.

Diese beiden Kriterien können als Beweis dienen, dass die Blockade am richtigen Ort und auch mit Erfolg durchgeführt wurde. Diese Minderdurchblutung gewinnt im Laufe der Versuchsphase sicherlich an immer grösseren Wert und damit eine dämpfende Wirkung auf die Motorik des Darmes. Einen geringeren aber doch zu beachtenden dämpfenden Einfluss hat der Wärmeverlust, der während der Operations- und Messphase auftritt (Milton). Gerade der Dünndarm bietet durch seine anatomische Position im Bauchraum die besten Voraussetzungen.

Bei 6 Hunden zeigte das Kolon nach der Plexus-Solaris Blockade eine Änderung in der Motilität. Bei 2 Tieren war die Motorik und der basale Druck annähernd gleich geblieben. Auch in diesem Darmabschnitt traten alle 3 Arten von Kontraktionen auf, wobei Typ III besonders oft zu registrieren war. Der intraluminale Druck stieg gleichzeitig an. Interessant war die Beobachtung Dellers, der Wellen vom Typ I und III als seltene Erscheinung im Kolon betrachtete.

In Anlehnung an Bayliss und Starling haben die Splanchnikusnerven keinen Einfluss auf irgend einen Teil des Kolons. Die Bewegungen unterliegen also auch wie im Dünndarm dem intramuralen Nervenplexus. Klee und Kösnecke stimmten mit einigen Einschränkungen mit dieser Aussage überein. Arai konnte keine Veränderungen in der Peristaltik oder im intraluminale Druck nach Durchtrennung der *Mn. splanchnici* bei der Katze bemerken. Auch ich sah bei einigen Hunden keinen Unterschied in der Motilität vor und nach der Nervenausschaltung. Bemerkenswert ist aber, dass fast bei allen Hunden, wenn Darmbewegungen auftraten, auch vor der Blockade Aktivität herrschte, jedoch nicht so stark. Templeton und

Lawson sprachen von breiten und langsamen Kontraktionen beim Hund, denen ich mich auch anschliessen möchte. Spriggs bezifferte die Aktivität des Kolons mit weniger als 40 % der Zeit, also noch weniger als am Pylorus !

Die relative Ruhe des proximalen Kolon hat mit grosser Sicherheit ihren Ursprung mit der vergleichbaren minderen Entwicklung des Plexus myentericus und seine geringe nervale Innervation, die vom Vagus gebildet wird. In den mehr distalen Teilen ist eine reichlichere Innervation durch den Plexus Pelvinus gesichert. Gerade in diesem distalen Teil konnte Learmonth und Markowitz und auch Tansy bei Hunden beobachten, dass die Nn. lumbales sympathici einen ständigen dämpfenden Effekt auf die Muskulatur ausübten. Bei ihrer Sektion war eine intrakolone Druckerhöhung festzustellen und manchmal auch ein Anwachsen der Amplitude der Ausschläge. Diese gleiche Beobachtung konnte ich auch bei 6 von 9 Versuchstieren machen, nur unter anderen Voraussetzungen. Dagegen berichteten Cannon und Loutsch, dass bei Entfernung beider sympathischer Ganglien keine Situationsänderung in der Motilität eintrete. Hier zeigen sich deutlich die immer wiederkehrenden unterschiedlichen Versuchsergebnisse !

Zum Abschluss möchte ich noch zwei wesentliche Gesichtspunkte anführen: sicherlich hat die Narkose selbst und die Narkosedauer auch einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Motorik. So konnte ich bei meinen Ergebnissen eine deutliche Abnahme der Peristaltik mit der Narkosedauer registrieren. Die Ursache dürfte nicht auf

eine spezifische Pharmakawirkung, sondern auf eine Hypothermie und Hypoxie des Darmes zurückzuführen sein. Darüberhinaus darf meiner Ansicht nach nicht der Effekt von Succinyl auch auf die intestinale Muskulatur übersehen werden. Dieses Relaxans setzt die Erregbarkeit der Muskulatur herunter, so dass von dieser Seite auch eine Beeinflussung der Ergebnisse möglich ist.

E. ZUSAMMENFASSUNG

Die Auswirkungen einer Plexus-Solaris Blockade mit Mepivacain auf die Druck- und Motilitätsverhältnisse im Magen, Dünndarm und Kolon wurden bei 9 Hunden untersucht. Hierzu wurden Ballonsonden zur intraluminalen Druckmessung in den unten angegebenen Messpunkten placiert.

Aufgrund der stark variierenden Ergebnisse wurde eine qualitative Analyse durchgeführt. Hierbei gewann ich folgende Ergebnisse:

1. Der Magen wies bei 5 Hunden eine starke rhythmische Peristaltik auf; bei 2 weiteren Tieren konnte nur eine geringe Veränderung in der Motorik festgestellt werden. Der intraluminale Druck blieb während der Messreihe konstant.
2. Im Dünndarm zeigte sich bei 4 Hunden eine deutlich verstärkte Motilität; bei 3 dieser 4 Tiere wurde zeitweise ein erhöhter basaler Druck registriert.
3. Im Kolon fand ich bei 7 Versuchtieren eine ausgeprägte Peristaltik. Wiederum konnte bei 5 von 7 Hunden ein Anstieg des intraluminalen Druckes registriert werden.

Durch die Anästhesierung des Plexus-Solaris wurde die sympathische Innervierung zum oberen Intestinaltrakt ausgeschaltet, die sich zeitweise in einer verstärkter Motilität äusserte.

Inwieweit gleichzeitig auch möglicherweise parasympathische Fasern durch das Lokalanästhetikum getroffen wurden, konnte in den vorliegenden Untersuchungen nicht nachgewiesen werden. Eine Beeinflussung der parasympathischen Impulsleitung könnte bei einigen Tieren angenommen werden, da keine deutliche parasympathische Überaktivität nach der Plexus-Solaris Blockade registriert wurde.

F. KRITIK DER METHODIK

Schon 1887 wendeten Pfungen und Ullmann bei ihren Versuchen die Ballontechnik an. Ihnen folgten unter anderen dann Atkinson, Adler & Ivy, Code & Maher 1949, Rowlands, Chapman, Taylor & Jones, Code 1957, Rogers, Schlegel, Hightower & Bargaen. Sie führten die Ballonsonden durch eine Fistel in den gewünschten Darmabschnitt hinein, Sicherlich wird die Technik auch heute noch immer wieder angewendet, weil es eine verhältnismässig einfache und kostensparende Methode ist. Sie kommt besonders bei der Messung intraluminalen Drucks immer wieder zur Anwendung - Quickley 1944 und Brody. Gruber und De Note wiesen schon auf den Effekt unterschiedlicher Ballons bei einer Messung hin. Sie sprachen besonders von den ungenügenden Ergebnissen bei gleichzeitiger unterschiedlicher Kontraktion eines Messabschnittes. Diese Möglichkeiten werden zum grössten Teil ausgeschaltet, wenn kleine Ballons bis zu 5 cm genommen werden (Adler, Atkinson und Ivy 1941).

Schon oft wurde die Frage diskutiert, ob ein Ballon im Intestinaltrakt die Motilität beeinflusst. Ein gewisser Reiz wird auf jeden Fall ausgeübt (Kramer und Ingelfinger), jedoch kommt es auf die Grösse des Ballons und auf die vorliegenden Druckverhältnisse an. Bei Gebrauch kleiner Ballons und rechtzeitiger Transplantation vor dem Versuchsbeginn kann ~~dieser~~ Einfluss vollkommen ausgeschlossen werden. Darüberhinaus muss der Arbeitsbereich eines jeden Ballons festgestellt werden, um keine

zu schlaffe oder zu steife Ballonwand zu bekommen. Bei zu schlaffer Wand können einige Kontraktionen unregistriert oder nicht in voller Grösse gemessen werden. Bei zu straffer Wand kann der Ballon entweder selbst einen Reflex auslösen oder gerade das Gegenteil bewirken.

Heutzutage werden immer neuere Verfahren studiert und angeboten, wie z. B.

- a) 3- oder 4-Loch Sonden in Kombination mit röntgenerologischer Darstellung
- b) fluoroskopische und cineroentgenographische Beobachtungen mit Kontrastmitteln (Katsch, Liljedahl, Mattsson & Pernow 1957)
- c) Druckrezeptoren (Abbott, Hartline, Hervey, Ingelfiner, Rawson & Zetzel; Hightower 1953; Farrar & Bernstein)
- d) Open-tip-Katheder (Brody & Quigley, Jacobson)

Diese neueren Methoden haben sicherlich einige Vorteile, jedoch sind sie alle sehr kostspielig und nur in Verbindung mit einer ausgedehnten Messreihe sinnvoll.

G. LITERATURÜBERSICHT

- ABBOTT, W. O. et al. Intubation Studies of the
Human Small Intestine. XXI.
A Method of Measuring Intra-
luminal Pressures and its
Application to the Digestive
Tract.
J. Clin. Inv.
22 (1943) 225-230
- ADLER, H. F.,
A. J. ATKINSON und
A. C. IVY A Study of the Motility of
the Human Colon: An Explana-
tion of Dysynergia of the
Colon, or of the "Unstable
Colon".
Amer. J. digest. Dis.
8 (1941) 197-210
- ALLEN, E. V. und
A. W. ADSON Physiologic Effects of
Extensive Sympathectomy of
Essential Hypertension:
Further Observations, Ann.
Intern. Med.
11 (1938) 2151-2171
- ALVAREZ, W. C. Introduction to Gastroentero-
logy, 4. Aufl., New York 1948
- ALVAREZ, W. C. The Mechanics of the Digestive
Tract.
3. Aufl., New York 1922.

APPERT, H. E. und
J. M. HOWARD

Autonomic Inhibition of
Intestinal Motility in Dogs
Associated with Intra Abdo-
minal Injury.
Ann. Surg. 176 (1972) 19-24.

ARAI, K.

Experimentelle Untersuchungen
über die Magen-Darmbewegungen
bei akuter Peritonitis.
Arch. f. exper. Path. u. Therap.
94 (1922) 149-189.

ATANASSOVA, E.

Bioelectrical Activity of the
Stomach and Duodenum after
Section of the Stomach at the
Level of Incisura Angularis
Izv. Inst. Fizio. "Metodi popov"
13 (1970) 243-250.

ATKINSON, A. J.

Motility of the Human Colon:
The Normal Pattern, Dyskinesia
and the Effect of Drugs.
J.A.M.A. 121 (1943) 646-652.

- BEANI, L.,
C. BIANCHI und
A. CREMA
Vagal non Adrenergic Inhibition of Guinea Pig Stomach.
J. Physiol.,
217 (1971) 259-279.
- BERGMANN, G.
W. FREY und
H. SCHWIEGK
Handbuch der Inneren Medizin
2. Aufl., Berlin 1953
- BINGHAM, J. R.
F. J. INGELFINGER und
R. H. SMITHWICK
The Effects of Sympathectomy
on Abdominal Pain in Man
Gastroenterology
15 (1950) 18-31.
- BONICA, Y. J.
Management of Pain in Malignant
Disease with Nerve Block
Anaesthesiology 15 (1954) 134-145.
- BORDLEY, W.
M. GALDSTON und
W. E. DANDY
The Treatment of Essential
Hypertension by Sympathectomy
Bull. Johns Hopkins Hosp.
72 (1943) 127-165.
- BORTOFF, A.
Slow Potential Variations of
Small Intestine
Amer. J. Physiol.
201 (1961) 203-208.
- BRAAM-HOUCKGEEST,
J. P. VAN
Untersuchungen über Peristaltik
des Magen- und Darmkanals
Pflüg Arch. ges. Physiol.
6 (1872) 266-270.

- BRAND, G.,
H. ALBERT und
W. KOTHE
Bioelectrical and Mechanical
Spontaneous Activity of the
Stomach and its Change after
Truncular Vagotomy in the Dog
Z. Exp. Chir. 5 (1972) 294-299.
- BRAND, G.,
H. ALBERT und
W. KOTHE
The Electric and Motor Activity
of the Stomach after Vagotomy
and during Electric Stimulation
of the Vagus in the Anaesthetized
Dog
Z. ges. inn. Med.
27 (1972) 464-466.
- BRAND, W.
Die Innervation des Magens
F. Ang. Anat. 5 (1920) 302-326.
- BRAUN, H. und
A. LAEWEN
Die örtliche Betäubung
9. Aufl., Leipzig 1951
- BRIDENBAUGH, L. D.
Intercostal Nerve Block in
4333 Patients
Anästh. Analg. 41 (1962) 1-15.
- BRODY, D. A. et al.
Intra Luminal Pressures of the
Digestive Tract, Especially
the Pyloric Region
Amer. J. Physiol.
130 (1940) 791-801.
- BRODY, D. A. und
J. P. QUIGLEY
Registration of Digestive Tract
Intraluminal Pressures
Meth. med. Res. 4 (1951) 109-115.

- BÜLBRING, E. Membrane Potentials of Smooth
Muscle Fibres of the Taenia
Coli of the Guinea-Pig.
J. Physiol. 125 (1954) 302-315.
- BUNKER, C. E. und
T. S. NELSON Use of the Electroenterogram
to Determine Pacemaker Activity
of the Small Intestine
Surg. Forum 15 (1964) 293-298.
- BUNTING, H.,
W. J. MEEK und
C. A. MAASKE The Chemical Transmission of
Vagal Effects of the Small
Intestine
Amer. J. Physiol. 114 (1935) 100-105
- BURN, J. H. The Autonomic Nervous System for
Students of Physiology and
Pharmacology
2. Aufl., Philadelphia 1965
- BURN, J. H. und
J. SELTZER Substances Blocking Sympathetic
Postganglionic Fibres and the
Neuromuscular Junction
J. Physiol. 179 (1965) 569-576.

- CAMPBELL, G. und
G. BURNSTOCK Comparative Physiology of
Gastrointestinal Motility in:
Handboook of Physiology
Washington D. C. 1968.
- CANNON, W. B. The Movements of the Intestine
Studied by Means of the Roent-
gen Rays
Amer. J. Physiol.
6 (1901) 251-277.
- CANNON, W. B. The Mechanical Factors of
Digestion
2. Aufl., New York 1911
- CANNON, W. B. Peristalsis, Segmentation and
the Myenteric Reflex
Amer. J. Physiol.
30 (1912) 114-128.
- CARLSON, A. J. und
S. LITT Studies on the Visceral
Nervous System
Arch. Intern. Med.
33 (1924) 281-291.
- CASTLETON, K. B. An Experimental Study of the
Movements of the Small Intestine
Amer. J. Physiol.
107 (1934) 641-646.

- CLARKE, J. S.,
E. H. STORER und
L. R. DRAGSTEDT
The Effects of Vagotomy on the
Physiology of the Stomach in
Patients with Peptic Ulcer
J. Clin. Invest.
26 (1947) 784-795.
- CODE, C. F. et al.
Motility Pattern in the Terminal
Ileum: Studies on Two Patients
with Ulcerative Colitis and
Ileac Stomas.
Gastroenterology
32 (1957) 651-665.
- CODE, C. F. und
H. C. CARLSON
Motor Activity of the Stomach
in: Handbook of Physiology
Washington D. C. 1968
- CODE, C. F.
The Mystique of the Gastro-
duodenal Junction
Gastroenterology 2 (1970) 20-37.
- CODE, C. F.,
N. C. HIGHTOWER und
C. G. MORLOCK
Motility of the Alimentary
Canal in Man
Review of Recent Studies
Amer. J. Med. 13 (1952) 328-351.
- CRILE, G.
Progress Notes on the Treatment
of Essential Hypertension by
Celiac Ganglionectomy
S. Clin. North America
19 (1939) 1205-1213.
- CRILE, G.
Operative Treatment of Essential
Hypertension
Sth. Surgeon, 7 (1938) 220-224.

- CROSBY, E. C.,
T. HUMPHREY und
E. W. LAUER
Correlative Anatomy of the
Nervous System
New York 1962
- DALE, H. H. und
W. FELDBERG
The Chemical Transmitter of
Vagus Effects to the Stomach
J. Physiol. 81 (1934) 320-334.
- DANIEL, E. H. et al.
Electrical Activity of the
Small Intestine
Gastroenterology
37 (1959) 268-281.
- DANIELOPOLU, D.
Chirurgie du système végétatif,
Bull. méd. Par.
37 (1923), 988-991.
- DAVENPORT, H. W.
Physiology of the Digestive
Tract
Chicago 1961
- DAVENPORT, H. W.
Fluid Produced by the Gastric
Mucosa During Damage by Acetic
and Salicylic Acids
Gastroenterology
50 (1966) 487-499.

- DELLER, D. J. und
A. G. WANGEL Intestinal Motility in Man
Gastroenterology
48 (1965) 45-57.
- DIAMANT, N. E. und
A. BORTOFF Effects of Transection on the
Intestinal Slow-Wave Frequency
Gradient
Amer. J. Physiol.
216 (1969) 734-743.
- DOUGLAS, D. M. The Decrease in Frequency of
Contraction of the Jejunum after
Transplantation to the Ileum
J. Physiol. 110 (1949) 66-75.
- DOUGLAS, D. M. und
F. C. MANN An Experimental Study of
Rhythmic Contractions in the
Small Intestine of the Dog
Amer. J. dig. Dis.
6 (1939) 318-322.
- ELLENBERGER, H. et al. Handbuch der vergleichenden
Anatomie der Haustiere
18. Aufl., Berlin 1943

- FARRAR, J. T. und
J. S. BERNSTEIN Recording of Intraluminal
Gastrointestinal Pressures
by a Radiotelemetering Capsule.
Proc. World Congr. Gastroent.
Baltimore 1958
- FINSTERER, H. Splanchnicus-Anästhesie
Wien. klin. Wschr.
26 (1913) 1560-1572.
- FINSTERER, H. Die Splanchnicus-Anästhesie
bei grossen Bauchoperationen
Arch. klin. Chir.
131 (1924) 1-26.
- FINSTERER, H. Bewertung der Splanchnicus-
Anästhesie
Zbl. Chir. 57 (1930) 1404-1420.
- FLOTHOW, P. G. Diagnosis and Therapeutik
Injections of the Sympathetic
Nerves
Amer. J. Surg. 14 (1931) 591-600.
- FORSELL, G. Über die Beziehung der Röntgen-
bilder des Magens zu seinem
anatomischen Bau
Hamburg 1913
- FOULK, W. T. et al. A Study of the Motility Patterns
and the Basic Rhythm in the
Duodenum and Upper Part of the
Jejunum of Human Beings
Gastroenterology, 26 (1954) 601-614.

- FRIEDMAN, G. et al. The Patterns of Simultaneous
Intraluminal Pressure Changes
in the Human Proximal Small
Intestine
Gastroenterology
47 (1964) 258-268.
- FUGII, Y. Electrophysiological Studies
on Gastroduodenal Junction of
the Guinea Pig
Amer. J. Physiol.
221 (1971) 413-420.
- GANTER, G. Experimentelle Untersuchungen
über die Peristaltik des mensch-
lichen Dünndarms
Pflüg Arch. ges. Physiol.
201 (1923) 100-116.
- GAZA, W. von Die Resektion der paraverte-
bralen Nerven und die isolierte
Durchschneidung des Ramus
communicans
Arch. klin. Chir.
133 (1924) 479-500.

GERNANDT, B. Z. und
Y. ZOTTERMAN

Intestinal Pain: An Electro-
physiological Investigation on
Mesenteric Nerves
Acta physiol. scand.
12 (1946) 56-72.

GÖRTTLER, K.

Der konstruktive Bau der
menschlichen Darmwand
Gegenbaurs morph. Jb.
69 (1932) 329-340.

GROSSMAN, M. J. und
J. F. STEIN

Vagotomy and Hunger Producing
Action of Insulin in Man
J. appl. Physiol.
1 (1948) 263-269.

GRUBER, C. M. und
A. de NOTE

The Effect of Different Sizes
of Ballons inserted in the Gut
and Changes in Pressure within
them upon the Activity of the
Small Intestine
Amer. J. Physiol.
111 (1935) 564-572.

- HAGIHARA, P. F. Physiology of the Colon and
Rectum
Surg. Clin. Amer.
52 (1972) 796-805.
- HASSELBRACK, R. und
J. E. THOMAS Control of Intestinal Rhythmic
Contractions by a Duodenal
Pacemaker
Amer. J. Physiol.
201 (1961) 955-960.
- HENDRIX, T. R. et al. The Effect of 5-Hydroxytrypt-
amine on Intestinal Motor
Functions in Man
Amer. J. Med. 23 (1957) 886-892.
- HERMON-TAYLOR, J. The Duodenal Pacemaker and its
Role in the Organisation of
Duodenal Activity
J. roy Coll. Surg. Edinb.
16 (1971) 269-270.
- HERTZ, A. F. und
A. NEWTON The Normal Movements of the
Colon in Man
J. Physiol. 47 (1913) 57-65.
- HIGHTOWER, N. C.,
C. F. CODE und
F. T. MAHER A Method for the Study of
Gastro-intestinal Motor Activity
in Human Beings
Proc. Staff. Meet.
24 (1949) 453-460.

- HOLADAY, D. A. et al. Electrical Activity of Small
Intestine with Special Reference
to Origin of Rhythmicity
Amer. J. Physiol.
195 (1958) 505-515.
- HOLZKNECHT, G. Die normale Peristaltik des
Kolon
Münch. med. Wschr.
56 (1909) 2401-2403.
- HOTZ, G. Beiträge zur Pathologie der
Darmbewegungen
Mitt. Grenzgeb. Med. Chir.
20 (1909) 257-318.
- HSU, F. Y. und
W. YANG The Actions of Some Autonomic
Drugs on the Dog's Small
Intestine
Proc. Chin. physiol. Soc.
Chengtu Br. 2 (1945) 107-112.
- HUKUHARA, T. Weitere Studien über die nor-
male Dünndarmbewegung
Pflüg. Arch. ges. Physiol.
235 (1934) 164-175.
- HUKUHARA, T.,
T. SUMI und
S. KOTANI The Role of Ganglion Cells in
the Small Intestine Taken in the
Intestinal Intrinsic Reflex
Jap. J. Physiol.
11 (1961) 281-288.

IGGO, A.

Gastro-intestinal Tension
Receptors with Unmyelinated
Fibres in the Vagus of the
Cat

Quart. J. exp. Physiol.

42 (1957) 130-143.

INGELFINGER, F. G. und
W. O. ABBOTT

Intubation Studies of the
Human Small Intestine
The Diagnostic Significance
of Motor Disturbance

Amer. J. Digest. Dis.

7 (1940) 468-474.

JAMES, A. H.

The Physiology of Gastric
Digestion

London 1957

JOHNSON, H. D.

Vagotomy: The Present Position
Overseas Post Graduate M. J.

2 (1948) 232-240.

- KAPPIS, M. Die Anästhesierung des Nervus
splanchnicus
Zbl. Chir. 45 (1918) 709-712.
- KAPPIS, M. Zur Technik der Splanchnicus
Anästhesie
Zbl. Chir. 47 (1920) 98
- KAPPIS, M. Erfahrungen mit Lokalanästhesia
bei Bauchoperationen
Verh. dtsh. Ges. Chir.
43 (1914) 87-101.
- KATSCH, G. Der menschliche Darm bei pharma-
kologischer Beeinflussung seiner
Innervation
Fortschr. Röntgenstr.
21 (1913) 159-198.
- KELLY, K. A. und R. C. la FORCE Role of the Gastric Pacesetter
Potential Defined by Electrical
Pacing
J. Physiol. 50 (1972) 1017-1019.
- KILIAN, H. et al. Anästhesie und Anästhetika
Stuttgart, Georg Thieme, 1972
- KLEE, P. Der Einfluss der Splanchnicus-
reizung auf den Ablauf der
Verdauungsbewegungen.
Röntgenversuche an der Katze
Arch. exp. Zellforsch.
154 (1913) 552-570.

- KLEE, P. Der Einfluss der Vagusreizung
auf den Abbau der Verdauungs-
bewegungen
Arch. exp. Zellforsch.
145 (1912) 557-574.
- KÖNNECKE, W. Experimentelle Innervations-
störungen am Magen und Darm
Z. ges. exp. Med.
28 (1922) 384-412.
- KOSTERLITZ, H. Mechanisms of Peristaltic
Reflex in Isolated Guinea Pig
Ileum
J. Physiol. 133 (1956) 681-692.
- KRAMER, P. und
F. J. INGELFINGER Motility of the Human Oesophagus
in Control Subjects and in
Patients with Oesophageal
Disorders
Amer. J. Med. 7 (1949) 168-176.
- KUNDT, A. The Autonomic Nervous System
4. Aufl., Philadelphia 1953

LÄWEN, A.

Weitere Erfahrungen über para-
vertebrale Schmerzaufhebung zur
Differentialdiagnose von Er-
krankungen der Gallenblase, des
Magens, der Niere und des Wurm-
fortsatzes

Zbl. Chir. 50 (1923) 461-465.

LANGLAY, J. N.

On Hibitory Fibres in the Vagus
for the End of the Oesophagus
and the Stomach

J. Physiol. 23 (1898) 407-414.

LEAMING, D. B. und
D. J. CAUNA

A Qualitative and Quantitative
Study of the Myenteric Plexus of
the Small Intestine of the Cat
J. Anat. (London)

95 (1961) 160-169.

LEARMONTH, J. R. und
J. MARKOWITZ

Studies on the Innervation of
the Large Bowel II. The In-
fluence of the Lumbar Colonic
Nerves on the Distal Part of
the Colon.

Amer. J. Physiol.

94 (1930) 501-504.

LENZ, H.

Die Peristaltik des Dünndarms
im Röntgenbild

Fortschr. Röntgenstr.

91 (1959) 287-298.

- LERICHE, R. De la section des splanchnique dans le mégacolon non compliqué avec ou sans dolichocolon
Presse méd 45 (1937) 1851-1853.
- LERICHE, R. La chirurgie de la douleur et ses résultats
Presse méd 35 (1927) 497-561.
- LERICHE, L. und R. FONTAINE Technic of and Indications for Procaine Hydrochloride Infiltration of Lumbar Sympathetic
Presse méd. 43 (1943) 1843-1851.
- LERICHE, R. Chirurgie de la douleur,
8. Aufl. Paris 1940
- LILJEDAHN, S.O. et al. Cineroentgenographic Studies of Gastrointestinal Motility in Health Subjects and in Patients with Gastric or Duodenal Ulcer
Acta chir.scand.
117 (1959) 206-214.
- LORBER, S. H. und H. SHAY Technical and Physiological Considerations in Measuring Gastrointestinal Pressures in Man
Gastroenterology 27 (1954) 478-487.
- LOUCKES, H. S., J. P. QUIGLEY und J. KERSEY Inductograph Method for Recording Muscle Activity, Especially Pyloric Sphincter Physiology
Amer. J. Physiol.
199 (1960) 301-310.

- MARTINSON, J. und
A. MUREN
Excitatory and Inhibitory
Effects of Vagus Stimulation
on Gastric Motility in the Cat
Acta physiol. scand.
57 (1963) 309-316.
- MAYER, W.
Die Durchblutung der Arteria
mesenterica des Hundes vor
und nach Plexus Solaris
Blockade
(Dissertation) Mainz 1974
- McCREA, E. D. und
B. A. McSWINEY
The Effect on the Stomach of
Stimulation of the Peripheral
End of the Splanchnicus nerve
Quart. J. Physiol.
18 (1928) 301-313.
- McCREA, E. D.,
B. A. McSWINEY und
J. S. B. STOPFORD
Effects of Section of the Vagi
Nerve on the Motor Activity
of the Stomach
J. Physiol. 60 (1925) 29-36.
- MILTON, G. W. und
A. W. M. SMITH
The Pacemaking Area of the
Duodenum
J. Physiol. 132 (1956) 100-114.
- MIXTER, W. J. und
J. C. WHITE
Alcohol Injection in Angina
Pectoris
Ann. Surg. 89 (1929) 199-210.

- MOORE, F. D. et al. . Transdiaphragmatic Resection
of the Vagus Nerves for Peptic
Ulcer
New England J. Med.
234 (1946) 241-251.
- MOORE, D. C. und
L. D. BRIDENBAUGH Anterior Approach to Stellate
Ganglion; Use Without Serious
Complication in 2000 Blocks
J.A.M.A. 160 (1956) 158-162.
- MORTON, J. J. und
W. J. M. SCOTT Methods for Estimating the
Degree of Sympathetic Vaso-
constriction in Peripheral
Vascular Diseases
New England J. Med.
204 (1931) 955-1011.
- MULINOS, M. G. Gastro-intestinal Motor
Response to Vagus Stimulation
after Nicotin
Amer. J. Anat.
25 (1927) 49-53.
- NETTER, F. H. The Ciba Collections of
Medical Illustrations:
Digestive System
New York 1962

- PANSDORF, H. Experimentelle Studien zur
Röntgenologie des Dünndarms
Ergebn. med. Strahlenforsch.
5 (1931) 21-26.
- PAINTAL, A. S. Responses from Mucosal
Mechanoreceptors in the Small
Intestine of the Cat
J. Physiol. 139 (1957) 353-368.
- PAINTAL, A. S. Vagal Afferent Fibres
Ergebn. Physiol.
52 (1963) 74-156.
- DE SOUSA PEREIRA, A. Blocking of the Splanchnic
Nerves and the First Lumbar
Sympathetic Ganglion
Arch. Surg. 53 (1946) 32-76.
- PFUNGEN, R. von und Über die Bewegungen des Antrum
E. ULLMAN pylori beim Menschen
Zbl. f. Physiol.
1 (1887) 275-279.
- POSTLETHWAIT, R. W. Effect of Vagotomy and of
et al. Drugs on Gastric Motility
Ann. Surg. 128 (1948) 184-194.

QUIGLEY, J. P.

Digestive Tract: Intralumen
Pressure with Special Reference
to Gastrointestinal Propulsion
and Gastric Evacuation in:
O. Glasser, Medical Physics
Chicago 1944

QUIGLEY, J. P. und
D. A. BRODY

Digestive Tract: Intralumen
Pressures Gastrointestinal
Propulsion, Gastric Evacuation,
Pressure-wall Tension Relation-
ships
O. Glasser, Medical Physics
Chicago 1950

QUIMBY, C. W.

Intercostal-Celiac Plexus
Block for Abdominal Surgery in
the Poor Risk Patient
J. Ark. med. Soc.
68 (1972) 266-270.

RINECKER, H. und
W. BRENDL

Kontraktionskraft und -frequenz
verschiedener Darmabschnitte
des Hundes in vivo
Pflüg. Arch. ges. Physiol.
290 (1966) 144-157.

RITCHIE, J. A.,
G. M. ARDRAN und
S. C. TRUELOVE

Motor Activity of the Sigmoid
Colon of Humans. A Combined
Study of Intraluminal Pressure
Recording and Cineradiography
Gastroenterology
43 (1962) 642-668.

RITCHIE, J. A.

Colonic Motor Activity and
Bowel Function
Gut 9 (1968) 442-456.

ROVENSTINE, E. A. und
H. M. WERTHEIM

Therapeutic Nerve Block
J.A.M.A. 117 (1942) 1599-1603.

ROWLANDS, E. N. et al.

Multiple Ballon Kymograph
Recording of the Comparative
Action of Morphine and Placebos
on the Motility of the Upper
Small Intestine in Man
Surg. Gynec. Obstet.
91 (1950) 129-137.

RUCH, C.

Ruch-Patton
Physiology and Biophysics
19. Aufl. Saunders, Philadelphia 1960

RUTH, H. J.

Diagnostic, Prognostic and
Therapeutic Nerve Blocks
J.A.M.A. 102 (1934) 419-425.

- SCHEDL, H. P. Proximal to Distal Secretory and Absorptive Gradients of the Rat Small Intestine
Proc. Soc. exp. Biol. (N.Y.)
129 (1968) 511-520.
- SCOTT, J. M. und J. J. MORTON Sympathetic Inhibition of the Large Intestine in Hirschsprung's Disease
J. Clin. Invest.
2 (1930) 247-252.
- SEMBA, T., K. FUJIIK und N. KIMURA The Vagal Inhibitory Responses of the Stomach to Stimulation of the Dog's Medulla Oblongata
Jap. J. Physiol.
14 (1964) 319-327.
- SMITH, H. W. et al. Intraluminal Pressures from the Upper Gastrointestinal Tract
New Jersey 1957
- SMITHWICK, R. H. A Technique for Splanchnic Resection for Hypertension Surgery 7 (1930) 1-8.
- SPRIGGS, E. A. et al. Motility of the Pelvic Colon and Rectum of Normal Persons and Patients with Ulcerative Colitis
Gastroenterology
19 (1951) 480-491.

- STEIN, J. F.,
K. A. MEYER und
F. STEIGMANN
Studies on Vagotomy in the
Treatment of Peptic Ulcer. IV.
Changes in Gastric Motility and
the Effect of Drugs on Motility
Following Complete Vagotomy
Surg., Gynec. Obst. et.
87 (1948) 465-471.
- STORER, E. H.,
T. F. THORNTON und
L. R. DRAGSTEDT
Supra-diaphragmatic Section of
the Vagus Nerves and Gastric
Motility in Patients with
Peptic Ulcer
Proc. Soc. Exper. Biol. (N.Y.)
59 (1945) 141-142.
- SWETLOW, G. I.
Paravertebral Alcohol Block
in Cardiac Pain
Amer. Heart J. 1 (1926) 393-400.
- SWINEY Mc, B. A.
Innervation of the Stomach
Physiol. Rev. 11 (1931) 478-514.

- TAKATS de, G. und
L. E. WALTER
Treatment of Pancreatic Pain
by Splanchnic Nerve Section
Surg. Gynec. Obstet.
85 (1947) 742-746.
- TANSEY, M. F.,
F. M. KENDALL und
J. J. MURPHY
A Pharmacologic Analysis of
the Gastroileal and Gastrocolic
Reflexes in the Dog
Surg. Gynec. Obstet.
135 (1972) 763-768.
- TEMPLETON, R. D. und
H. LAWSON
Studies in the Motor Activity
of the Large Intestine. Normal
Motility in the Dog Recorded
by the Tandem Ballon Method
Amer. J. Physiol.
96 (1931) 667-669.
- TEXTER, E. C. et al.
Methods for Studying Gastro-
intestinal Motility
Northwestern University
Medical School
32 (1958) 281-290.
- THOMAS, J. E.
Mechanism and Regulation
of Gastric Emptying
Physiol. Rev. 37 (1957) 453-474.
- THORNTON, T. F.,
E. H. STORER und
L. R. DRAGSTEDT
Supradiaphragmatic Section of
the Vagus Nerves: Effects on
Gastric Secretion and Motility
in Patients with Peptic Ulcer
J.A.M.A. 130 (1946) 764-771.

- TRENDELENBURG, P. Physiologische und pharmakologische Versuche über die Darm-peristaltik
Arch. exp. Path. Pharmac.
43 (1917) 1225-1227.
- TRIMBLE, J. R. und Treatment in Intractable Pain
S. MORRISON of Visceral Origin
J.A.M.A. 148 (1952) 1184-1188.
- WARREN, K. W. Control of Acute and Chronic
Pancreatic Pain
Surg. Clin. N. Amer.
30 (1950) 873-883.
- WEBER, J. und Pacemaker Localisation and
S. KOHATSU Electrical Conduction Patterns
in the Canine Stomach
Gastroenterology
59 (1970) 717-726.
- WHEELON, H. und Observations on the Motility
J. E. THOMAS of the Duodenum and the Relation
of the Duodenal Activity to
that of the Pars Pylorica
Amer. J. Physiol.
59 (1922) 72-96.

WHITE, J. C.

Diagnostic Novocain Block
of the Sensory and Sympa-
thetic Nerves: A Method of
Estimating the Results which
can be Obtained by their
Permanent Interruption
Amer. J. Surg.
2 (1930) 264-272.

WHITE, J. C.,
R. M. SMITHWICK und
F. A. SIMEONE

The Autonomic Nervous System:
Anatomy Physiology and
Surgical Application
New York 1952

WOODBIDGE, P.D.

Therapeutic Nerve Block with
Procaine and Alcohol
Amer. J. Surg.
2 (1930) 278-281.

YOUNG, W. B.

Neural Regulation of Gastric
and Intestinal Motility

Amer. J. Med.

13 (1952) 209-226.

YOUNG, W. B.,
K. W. AUMANN und
H. F. HANEY

Relation of the Various Groups
of the Adrenaline Molecule to
its Intestine-Inhibiting
Function in Unanaesthetized
Dogs

Amer. J. Physiol.

126 (1939) 237-246.

YOUNG, W. B.,
A. I. KARSTENS und
K. W. AUMANN

Nervous Pathways for the
Reflex Regulation of
Intestinal Pressure
Amer. J. Physiol.

135 (1942) 619-627.

YOUNG, W. B.

Innervation of the Gastro-
intestinal Tract in: Handbook
of Physiology

Washington, D. C. 1968

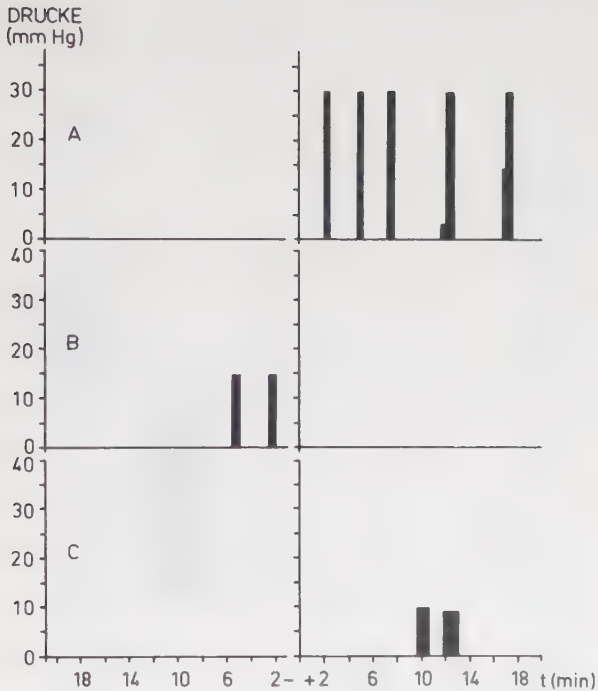


Abb. 3:

Versuchstier Nr. 1

Darstellung der intraluminalen Druckmessungen vor und nach Plexus-Solaris Blockade im A) Magen, B) Dünndarm, C) Kolon.

Dabei ist die präblockadische mit einem Minuszeichen (s. Abszisse) und die postblockadische Messphase mit einem Pluszeichen gekennzeichnet. Der Zeitraum der Registrierung erstreckt sich jeweils auf 20 Minuten.

Zur Auswertung werden nur Drucke über 5 mm Hg berücksichtigt.

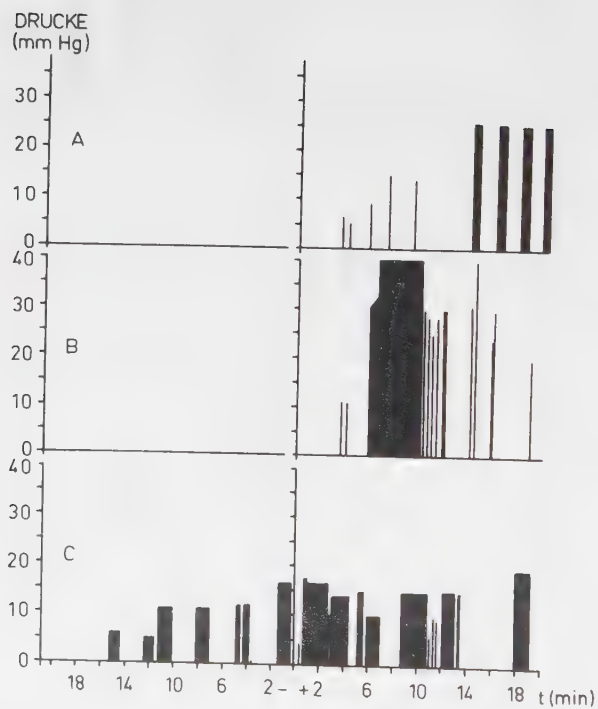


Abb. 4:

Versuchstier Nr. 2

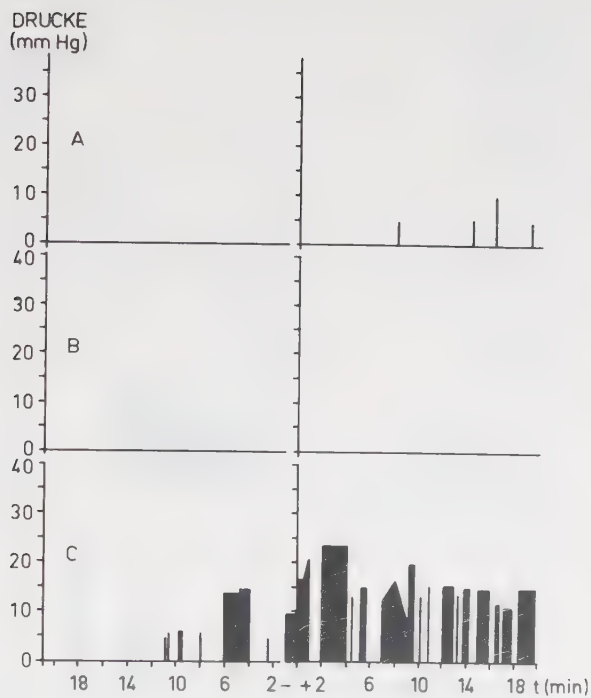


Abb. 5:

Versuchstier Nr. 3

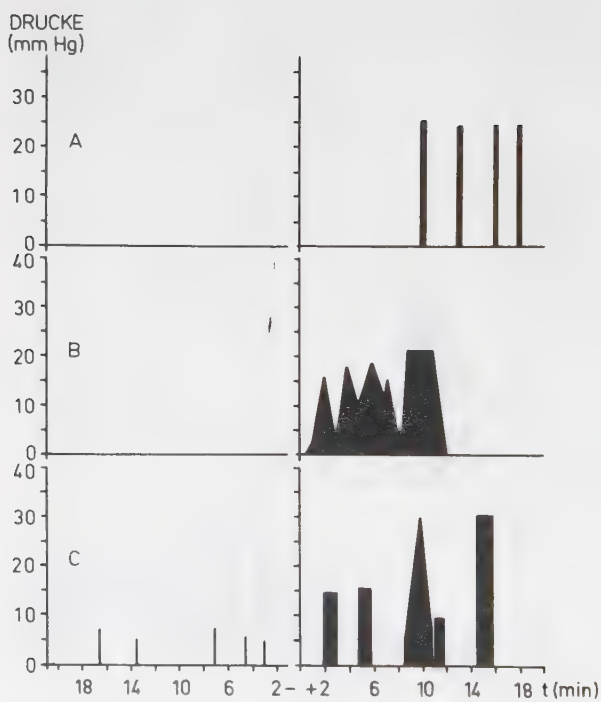


Abb. 6:

Versuchstier Nr. 4

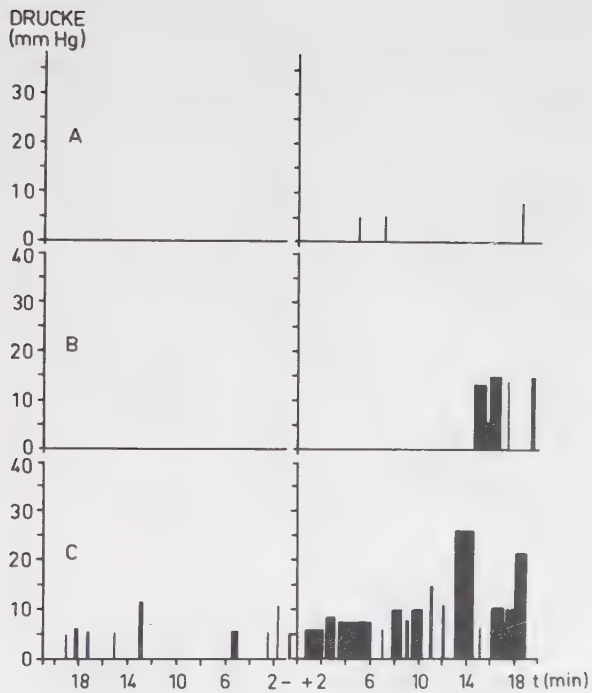


Abb. 7:

Versuchstier Nr. 5

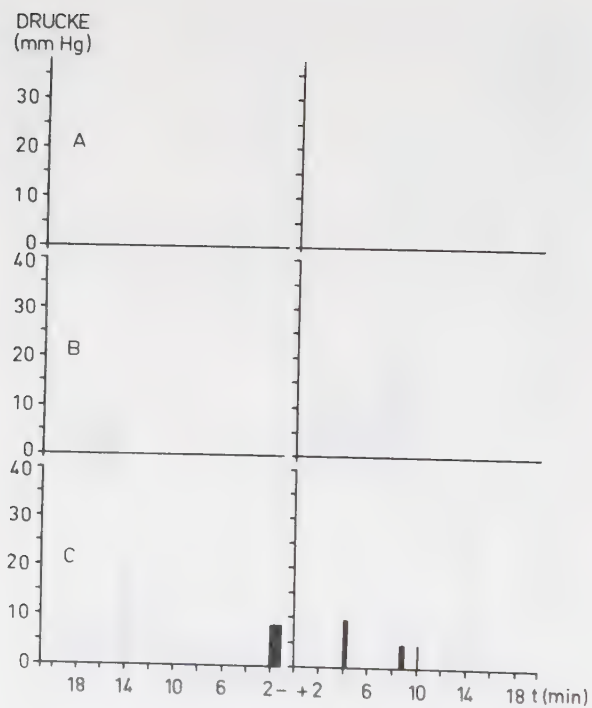


Abb. 8:

Versuchstier Nr. 6

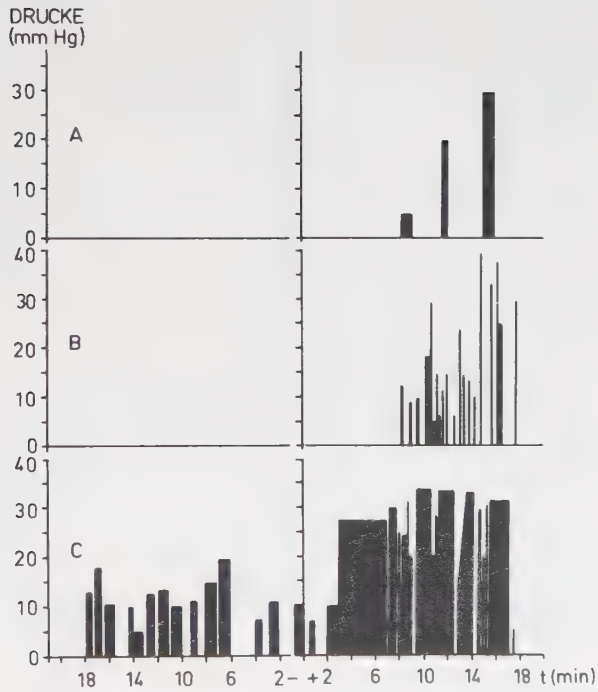


Abb. 9: Versuchstier Nr. 7

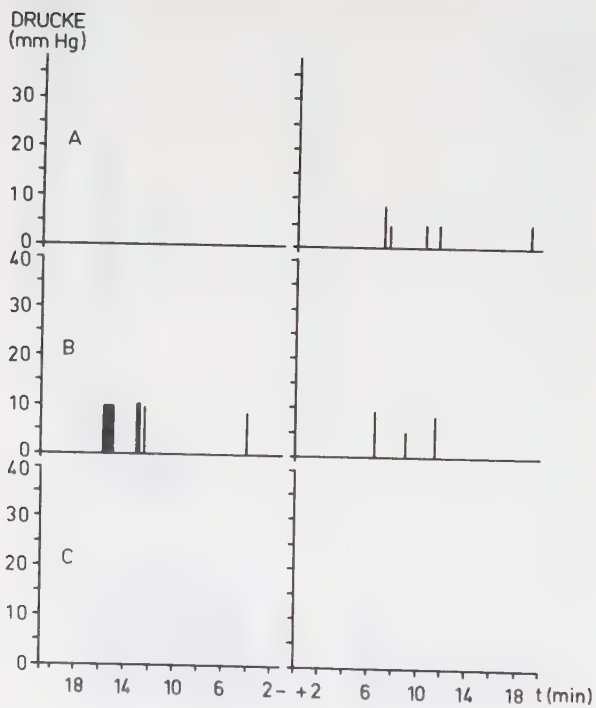


Abb. 10:

Versuchstier Nr. 8

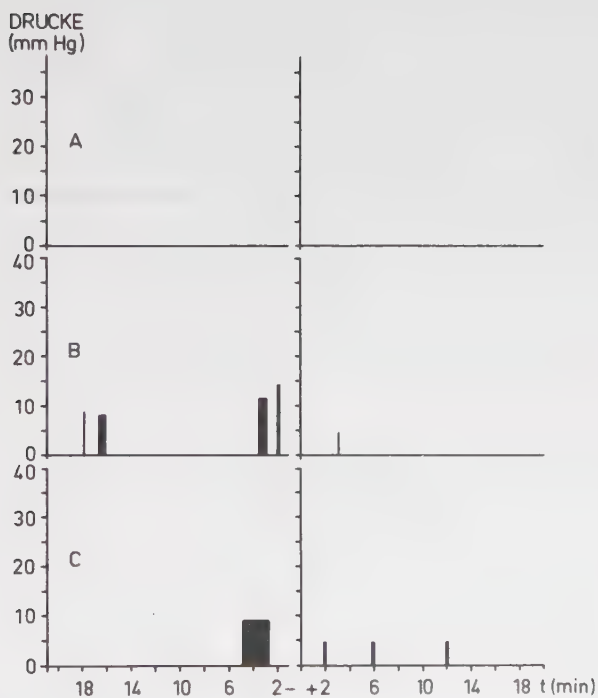


Abb. 11:

Versuchstier Nr. 9

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor
Dr. H. U. GERBERSHAGEN, Leitender Oberarzt
im Institut für Anästhesiologie für die
Überlassung des Themas dieser Arbeit.

Darüberhinaus möchte ich die tatkräftige
Unterstützung des Herrn D. MÜLLER, Elektro-
meister im Institut für Anästhesiologie,
bei der Klärung technischer Probleme besonders
hervorheben.

LEBENS LAUF

=====

Ich, Bernd-Joachim Gonnermann, bin am 22.8.1947 als Sohn des Ersten Staatsanwalts Dr. Manfred Gonnermann und seiner Ehefrau Else-Marie geb. Berkenbusch in Kassel geboren. Im Jahre 1949 wurde mein Vater nach Frankfurt/Main versetzt, wo ich auch von Ostern 1954 ab die Volksschule besuchte. Ostern 1958 bestand ich die Aufnahmeprüfung in die Carl-Schurz-Schule (neusprachliches Gymnasium für Jungen) in Frankfurt/Main-Sachsenhausen. Von hier wechselte ich Ostern 1962 in das Knabeninstitut Lucius, Forsthaus bei Echzell, über und bestand dort am 15. Juni 1968 die Reifeprüfung.

Im Sommer 1968 bewarb ich mich um einen Studienplatz in Zahnmedizin an der Johannes-Gutenberg Universität in Mainz, wo ich auch sofort die Zulassung zum Studium erhielt. Nachdem ich im Frühjahr 1970 die naturwissenschaftliche und im Herbst 1971 die zahnärztliche Vorprüfung bestanden hatte, legte ich im Frühjahr 1974 mit Erfolg mein Staatsexamen ab und bekam am 8.6.1974 die Approbation als Zahnart.

In der Zwischenzeit trat ich am 1.9.1974 in Offenbach/Main eine Assistentenstelle an.

